



TESIS PM147501

**PENENTUAN BAURAN PRODUK MINYAK GORENG
UNTUK MEMAKSIMALKAN KEUNTUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PURE
INTEGER PROGRAMMING***

BISRI MUSTAFA
NRP. 9114 201 320

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

Bisri Mustafa
NRP. 9114 201 320

Tanggal Ujian : 27 Juli 2016
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh:




1. Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.
NIP.19530516 197803 1 001

(Pembimbing)



2. Dr. Suhartono, S.Si., M.Sc.
NIP.19710929 199512 1 001

(Penguji)




3. Dr. Vita Ratnasari, S.Si., M.Si.
NIP.19700910 199702 2 001

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601202 198701 1 001

**PENENTUAN BAURAN PRODUK MINYAK GORENG
UNTUK MEMAKSIMALKAN KEUNTUNGAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE *PURE INTEGER*
*PROGRAMMING***

Nama mahasiswa : Bisri Mustafa

NRP : 9114201320

Pembimbing : Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan minyak goreng yang berada di Jawa Timur dengan memproduksi 11 macam minyak goreng dengan kemasan *standing pouch*. Proses pengisian minyak goreng dilakukan di mesin Thimonier yang tersedia sebanyak 6 buah. Setiap pergantian jenis produk pada proses pengisian di mesin Thimonier yang sama maka perlu dilakukan *set up* mesin dan *flushing* jalur. *Set up* mesin membutuhkan waktu 1-2 jam. Adanya *set up* mesin menyebabkan kapasitas produksi berkurang. Sementara itu, minyak goreng bekas proses *flushing* jalur tidak diikuti dalam proses pengisian sehingga dihitung sebagai kerugian. Oleh karena itu kedua variabel tersebut harus diminimalkan dengan cara membuat bauran produk yang tepat. Langkah pertama yaitu melakukan peramalan permintaan menggunakan metode dekomposisi. Langkah kedua yaitu memaksimalkan keuntungan menggunakan metode *pure integer programming*. Variabel keputusan yang digunakan yaitu jumlah minyak goreng yang harus diproduksi, *flushing* jalur dan *set-up* mesin, inventori bahan baku dan kelebihan serta kekurangan produk. Fungsi pembatas yang digunakan yaitu pembatas permintaan minyak goreng, kapasitas produksi, *flushing* dan *set-up* serta bahan baku yang dibutuhkan.

Kata Kunci: Pengisian Minyak Goreng, Peramalan, *Maximize Profit*, *Pure Integer Programming*

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

AGGREGATE PLANNING OF COOKING OIL TO MAXIMIZE PROFIT USING PURE INTEGER PROGRAMMING

Student's Name : Bisri Mustafa

NRP : 9114201320

Supervisor : Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturer of cooking oil in East Java. The company produces 11 types of standing pouch cooking oil. The filling process is conducted by using six Thimonier machines. Flushing of filling lines and set-up have to be performed every time the company changes the type of product. The set-up time is quite long, i.e., 1-2 hours, which decreases the production capacity. Meanwhile, the flushing cooking oil would not be included in the filling process and considered as a loss. Therefore, both flushing of filling lines and set-up should be minimized. To solve the problem, the company should develop the right product mixture to obtain maximum profit. The first step is to forecast the demand by using decomposition method. The second step is to maximize the profit by using pure integer programming method. As the decision variables are the number of cooking oil that must be produced, flushing of filling lines and set-up, raw material inventory, excessive number and stock out of cooking oil produced. The constraints are cooking oil demand, capacity, flushing and set-up, and raw material required.

Keywords: *Cooking Oil Filling, Forecasting, Maximize Profit, Pure Integer Programming.*

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga tesis yang berjudul **"Penentuan Bauran Produk Minyak Goreng untuk Memaksimalkan Keuntungan dengan Menggunakan Metode *Pure Integer Programming*"** dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tulisan ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa adanya bantuan, dukungan dan dorongan dari semua pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih ditujukan kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan serta bantuan baik secara moril maupun materiil selama penyusunan tesis ini.
2. Bapak Ir. Bobby Oedy Soepangkat, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing atas segala masukan dan arahan yang sangat bermanfaat selama penyusunan tesis ini.
3. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE. Ph.D., dan Ibu Nani Kurniati, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen penguji proposal tesis, terima kasih telah memberikan saran dan koreksi.
4. Bapak Dr. Suhartono, S.Si., M.Sc., dan Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji tesis, terima kasih telah memberikan saran dan koreksi.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyo, M.Eng.Sc., selaku ketua program pendidikan Magister Manajemen Teknologi – ITS.
6. Staf akademik, Bapak dan Ibu dosen pengajar di MMT ITS, terima kasih untuk ilmu dan pelayanan yang diberikan selama ini.
7. Pak Hary Dwi Widodo selaku atasan ditempat kerja, terima kasih atas kesediaannya untuk berdiskusi dan memberikan masukan selama ini

8. Teman-teman seperjuangan kelas Manajemen Industri angkatan 2014, terima kasih atas dukungan dan semangatnya selama menempuh masa perkuliahan ini.
9. Teman-teman dan seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan tesis ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, saya mengucapkan terima kasih.

Peneliti menyadari akan kekurangan dalam penyusunan tesis ini, untuk itu peneliti mohon maaf apabila terdapat ketidaksempurnaan penulisan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi pihak terkait. Amin.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.2.1 Batasan Penelitian.....	5
1.2.2 Asumsi Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Proses Pengisian Minyak Goreng	9
2.2 Peramalan	12
2.2.1 Horizon Waktu Peramalan.....	12
2.2.2 Metode Peramalan	13
2.2.3 Metode Deret Berkala.....	14
2.2.4 Koefisien Autokorelasi	15
2.2.5 Metode Dekomposisi.....	17
2.2.6 Menghitung Kesalahan Peramalan	18
2.3 Linear Programming	19
2.3.1 Integer Programming	20
2.4 Posisi Penelitian	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Tahap Persiapan	23
3.2 Tahap Pengumpulan Data	23

3.3 Tahap Pengolahan Data	24
3.3.1 Peramalan	25
3.3.2 Pembuatan Model Optimasi	27
3.4 Tahap Analisis dan Pengambilan Data	34
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	35
4.1 Pengumpulan Data	35
4.1.1 Data Permintaan Produk Minyak Goreng	35
4.1.2 Data Harga Jual.....	35
4.1.3 Data Biaya	36
4.2 Peramalan.....	39
BAB 5 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN	45
5.1 Hasil Model Optimasi	45
5.1.1 Variabel X_{pqr}	45
5.1.2 Variabel SU_{pqr} dan FL_{pqr}	45
5.1.3 Variabel IR_{pr}	45
5.1.4 Variabel S_{pr}	50
5.1.5 Variabel O_{pr}	50
5.2 Analisis Sensitivitas	50
5.2.1 Perubahan Jumlah Permintaan	50
5.2.2 Perubahan Harga Bahan Baku	51
5.2.3 Perubahan Biaya Produksi	52
5.2.4 Peruban Fungsi Pembatas Kelebihan dan Kekurangan Produk	52
5.3 Pembahasan.....	53
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
6.1 Kesimpulan	55
6.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN A	59
LAMPIRAN B	63
LAMPIRAN C	75

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produk Minyak Goreng Kemasan <i>Standing Pouch</i> PT. XYZ	3
Tabel 1.2 Volume Produk untuk Setiap Mesin Thimonier	4
Tabel 2.1 Kecepatan Pengisian untuk Tiap Volume Produk.....	10
Tabel 2.2 Posisi Penelitian	24
Tabel 3.1 Penentuan p dan q	28
Tabel 4.1 Harga Jual Tiap Produk	35
Tabel 4.2 Harga Bahan Baku Tiap Produk	36
Tabel 4.3 Waktu <i>Set up</i> Tiap Produk	36
Tabel 4.4 Biaya <i>Set up</i> per Jam	37
Tabel 4.5 Biaya <i>Set up</i> Tiap Produk	37
Tabel 4.6 Biaya <i>Flushing</i> Tiap Produk	37
Tabel 4.7 Biaya Produksi Tiap Produk	38
Tabel 4.8 Biaya Kekurangan Produk	38
Tabel 4.9 Nilai MSE Hasil Peramalan dengan Metode Dekomposisi	40
Tabel 4.10 Hasil Peramalan Permintaan Minyak Goreng Kemasan <i>Standing Pouch</i> (boks)	42
Tabel 4.10 Hasil Peramalan Permintaan Minyak Goreng Kemasan <i>Standing Pouch</i> (L)	43
Tabel 5.1 Hasil Optimasi untuk Variabel X_{pqr} (L)	46
Tabel 5.2 Hasil Optimasi untuk Variabel X_{pqr} (boks)	47
Tabel 5.3 Hasil Optimasi untuk Variabel SU_{pqr} dan FL_{pqr}	48
Tabel 5.4 Hasil Optimasi untuk Variabel IR_{pr} (L)	49
Tabel 5.5 Hasil Optimasi untuk Variabel O_{pr} (L)	49
Tabel 5.6 Pengaruh Perubahan Jumlah Permintaan terhadap Keuntungan	51
Tabel 5.7 Pengaruh Perubahan Harga Bahan Baku terhadap Keuntungan	52
Tabel 5.8 Pengaruh Perubahan Biaya Produksi terhadap Keuntungan	52
Tabel 5.9 Pengaruh Perubahan Fungsi Pembatas Kelebihan dan Kekurangan Produk terhadap Keuntungan	53

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Permintaan Minyak Goreng Kemasan <i>Standing Pouch</i> PT. XYZ	2
Gambar 2.1 Mesin Thimonier	9
Gambar 2.2 Ilustrasi Kerja Mesin Thimonier	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian	26
Gambar 3.2 Grafik Permintaan Produk A dan B	25
Gambar 3.3 Grafik Permintaan Produk C dan D	25
Gambar 3.4 Grafik Permintaan Produk E dan F	25
Gambar 3.5 Grafik Permintaan Produk G dan H	26
Gambar 3.6 Grafik Permintaan Produk I dan J	26
Gambar 3.7 Grafik Permintaan Produk K	27
Gambar 4.1 Plot Peramalan Produk E – Model Multiplikatif	39
Gambar 4.2 Plot Peramalan Produk E – Model Aditif	40

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang permasalahan, tujuan penelitian dan manfaat penelitian serta batasan dan asumsi yang diberlakukan pada penelitian.

1.1 Latar Belakang Penelitian

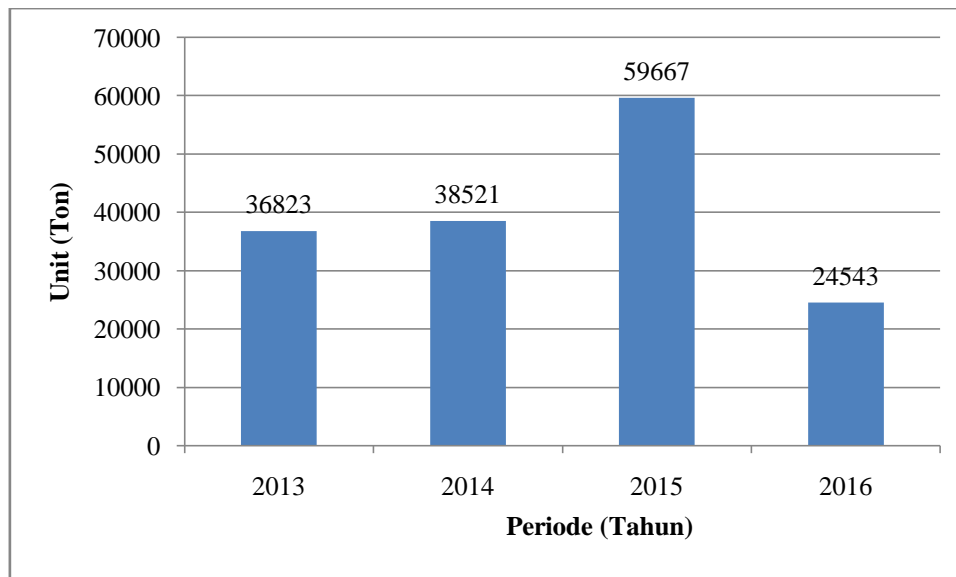
Kelapa sawit merupakan sumber penghasil minyak nabati yaitu minyak sawit. Biji sawit dapat menghasilkan dua jenis minyak sawit yaitu *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO). CPO merupakan minyak sawit yang diperoleh dari daging kelapa sawit, sedangkan PKO diperoleh dari inti kelapa sawit. Jumlah CPO lebih melimpah dibandingkan dengan PKO. Produk turunan dari CPO dan PKO dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng, margarin, *shortening*, biodiesel, sabun dan sebagainya. Begitu banyak manfaat dari minyak sawit untuk kebutuhan hidup manusia sehingga banyak juga perusahaan yang terjun dalam bisnis kelapa sawit ini, baik dibidang perkebunan kelapa sawit maupun pengolahan minyak sawit.

PT. XYZ merupakan perusahaan multinasional yang bergerak dibidang perkebunan dan pengolahan minyak sawit. Produk hasil olahan minyak sawit yang dihasilkan antara lain minyak goreng, margarin, *shortening* dan *specialty fat*. Pangsa pasarnya mencakup dalam negeri dan luar negeri, baik untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Salah satu dari keempat produk tersebut yang paling banyak permintaanya adalah minyak goreng.

Minyak goreng di PT. XYZ dikemas dalam berbagai jenis kemasan seperti *standing pouch*, botol, jerigen, *bag in box* (BIB) dengan berbagai varian volume dari yang terkecil yaitu 225 mL sampai dengan 25 L. Minyak goreng dengan volume 5 L ke bawah biasanya diperuntukan untuk konsumen rumah tangga, sedangkan untuk volume 10 L ke atas diperuntukkan untuk konsumen industri. Salah satu produk *fast moving* di PT. XYZ adalah minyak goreng dalam kemasan *standing pouch*. Hal ini dikarenakan harga minyak goreng kemasan *standing*

pouch lebih murah dibandingkan dengan harga minyak goreng kemasan botol dengan volume yang sama.

Permintaan total (dalam tonase) dari semua produk minyak goreng kemasan *standing pouch* PT. XYZ dari bulan Januari 2013–Maret 2016 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Permintaan Minyak Goreng Kemasan *Standing Pouch* PT. XYZ
(Sumber: Data PT. XYZ, 2016)

Pada Gambar 1.1 terlihat tren permintaan minyak goreng dalam kemasan *standing pouch* di PT. XYZ yang dalam tiga tahun terakhir (2013-2015) mengalami peningkatan. Pada tahun 2016, data yang digunakan dari periode Januari 2016 sampai dengan Maret 2016, terhitung hanya 3 bulan, namun permintaan sudah mencapai 41% dari permintaan tahun 2015 atau sebanyak 24543 ton. Data permintaan tersebut adalah untuk permintaan yang dapat terpenuhi.

Permintaan minyak goreng bermerk akan semakin bertambah sejalan dengan larangan pemerintah untuk peredaran minyak goreng curah berbahan baku kelapa sawit yang berlaku mulai 27 Maret 2016 (Maharani, 2016). Pemerintah mewajibkan minyak goreng harus dijual dalam kemasan yang memenuhi SNI, dengan tujuan untuk menjamin produk minyak goreng tersebut higienis dan aman bagi masyarakat.

PT. XYZ memiliki produk minyak goreng kemasan *standing pouch* dengan beberapa varian yang sudah terkenal dipasaran domestik. Tabel 1.1 menunjukkan varian volume produk minyak goreng kemasan *standing pouch* yang dimiliki oleh PT. XYZ.

Tabel 1.1 Produk Minyak Goreng Kemasan *Standing Pouch* PT. XYZ

No	Produk	Volume (mL)			
		225	500	1000	2000
1	Produk A			√	
2	Produk B				√
3	Produk C		√		
4	Produk D			√	
5	Produk E				√
6	Produk F			√	
7	Produk G				√
8	Produk H	√			
9	Produk I				√
10	Produk J			√	
11	Produk K				√

Bahan baku minyak goreng adalah produk *semifinished* yang dihasilkan dari pengolahan CPO di *Refinery & Fractination Plant*. Produk *semifinished* di PT. XYZ dibedakan dalam empat macam kualitas, yaitu FMCP, KMCP, KMSC dan Poram. FMCP memiliki kualitas lebih baik dari KMCP dan kualitas KMCP lebih baik dari KMSC. Poram adalah bahan baku minyak goreng yang berkualitas terendah. Perbedaan kualitas tersebut didasarkan pada tingkat penyaringan. Semakin tinggi kualitas, semakin banyak proses penyaringan pada proses pengolahan minyak sawit. Minyak goreng dengan bahan baku yang berkualitas tinggi akan lebih stabil, tidak mudah tumpah dan pastinya memiliki harga jual yang lebih mahal.

Bahan baku *semifinished* hasil pengolahan di *Refinery & Fractination Plant* tersebut kemudian dikemas di *Filling Plant*. Produk minyak goreng *standing pouch* di PT. XYZ dikemas dengan menggunakan mesin Thimonier. PT.

XYZ memiliki mesin Thimonier sebanyak 6 buah. Masing-masing mesin dapat digunakan untuk melakukan pengemasan dengan volume yang berbeda. Tabel 1.2 menunjukkan volume yang dapat diisikan ke dalam *standing pouch* oleh masing-masing mesin Thimonier.

Tabel 1.2 Volume Produk untuk Setiap Mesin Thimonier

Mesin	Volume (mL)				
	225	250	500	1000	2000
Thimonier 1	√	√	√	√	√
Thimonier 2	√	√	√	√	√
Thimonier 3	√	√	√	√	√
Thimonier 4	√	√	√	√	√
Thimonier 5	√	√	√	√	√
Thimonier 6	√	√	√	√	√

Semua mesin Thimonier dapat melakukan pengisian minyak goreng dengan volume antara 225-2000 mL. Setiap pergantian jenis produk maka perlu dilakukan *set up* mesin untuk menyesuaikan dengan spesifikasi masing-masing jenis produk. Waktu *set up* mesin untuk masing-masing volume produk berbeda-beda yang berkisar 1-2 jam. Semakin lama waktu *set up* maka kapasitas produksi akan semakin berkurang sehingga hal ini harus bisa diminimalkan.

Disamping itu pada setiap perpindahan pengisian jenis produk juga diperlukan *flushing* terhadap jalur pengisian. Proses *flushing* ini bertujuan agar kualitas minyak goreng yang diisikan ke dalam *standing pouch* tetap sesuai dengan spesifikasi tiap jenis produk. Minyak goreng bekas *flushing* nantinya tidak diikuti proses pengisian dalam *standing pouch*, maka hal ini terhitung sebagai *loss* produksi. Jika proses *flushing* ini sering terjadi maka akan semakin mengurangi keuntungan.

Perusahaan pasti menginginkan keuntungan yang maksimal dengan menekan biaya variabel seminimal mungkin. Namun agar nantinya tidak terlalu banyak produk yang dihasilkan atau jumlah produk yang dihasilkan kurang dari yang direncanakan yang berpotensi mengurangi keuntungan, maka perusahaan

harus mengacu pada hasil peramalan permintaan setiap produk. Untuk menyelesaikan masalah yang telah dijelaskan tersebut, maka akan dilakukan optimasi dengan menggunakan *pure integer programming* untuk membantu masalah perencanaan produksi agar diperoleh keuntungan yang maksimal. Formulasi *pure integer programming* digunakan karena semua variabel keputusan yang digunakan bersifat integer.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perencanaan produksi dari minyak goreng kemasan *standing pouch* agar diperoleh keuntungan yang maksimal.

1.2.1 Batasan Penelitian

Batasan yang diberlakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada proses produksi di *Filling Plant* PT. XYZ.
2. Produk yang menjadi obyek penelitian adalah semua produk *standing pouch* yang masih ada permintaan.
3. Perencanaan produksi dilakukan satu tahun sesuai dengan hasil peramalan permintaan.

1.2.2 Asumsi Penelitian

Adapun asumsi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Harga bahan baku, harga bahan pendukung lain dan biaya tenaga kerja selama proses penelitian dianggap tidak berubah.
2. Selama proses produksi tidak ada kerusakan mesin.
3. Tidak ada permasalahan dalam pengadaan bahan baku yang dapat mengganggu kelancaran produksi.
4. Jam kerja normal dan tidak ada masalah tenaga kerja yang menghambat pelaksanaan produksi.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model matematis untuk optimasi dalam proses produksi minyak goreng kemasan *standing pouch* dan

merencanakan jumlah produksi yang tepat untuk tiap jenis produk agar tercapai keuntungan yang maksimal.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Model optimasi tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi manajemen PT. XYZ untuk melakukan evaluasi dan perbaikan sistem saat ini.
2. Dengan alokasi mesin dan jumlah produk yang optimal, maka akan mengurangi pemborosan berupa biaya persediaan, biaya bahan baku, tenaga kerja dan biaya lain sehingga akan menaikkan keuntungan bagi perusahaan.

1.5 Sistematika Penulisan

Struktur penelitian ini disusun sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian tentang teori, temuan, bahan penelitian lain yang diperoleh dari berbagai referensi yang dijadikan landasan untuk melakukan penelitian. Uraian dalam tinjauan pustaka diarahkan untuk menyusun kerangka pendekatan atau konsep yang akan diterapkan dalam pemecahan masalah.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan kerangka pemikiran, teknik pengumpulan data, metode pengolahan data dan metode analisis.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi tentang data beserta prosedur pengolahan data yang digunakan pada bab metodologi penelitian.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab ini berisi tentang penjelasan dari pengolahan data yang dilakukan sehingga memiliki nilai dan manfaat sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian berupa kesimpulan dan saran bagi peningkatan perusahaan.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai proses pengisian minyak goreng kemasan *standing pouch*, peramalan dan pemodelan *linear programming* yang digunakan serta posisi dari penelitian ini.

2.1 Proses Pengisian Minyak Goreng

Proses pengisian minyak goreng untuk kemasan *standing pouch* di PT. XYZ dilakukan di *Filling Plant*. Bahan baku untuk minyak goreng merupakan produk *semifinished* yang diproduksi di *Refinery & Fractionation Plant*. Produk *semifinished* terbagi dalam empat kategori, yaitu FMCP, KMCP, KMSC dan poram. Produk *semifinished* tersebut kemudian dikemas dengan menggunakan mesin Thimonier yang dimiliki oleh PT. XYZ. Gambar 2.1 menunjukkan mesin Thimonier.



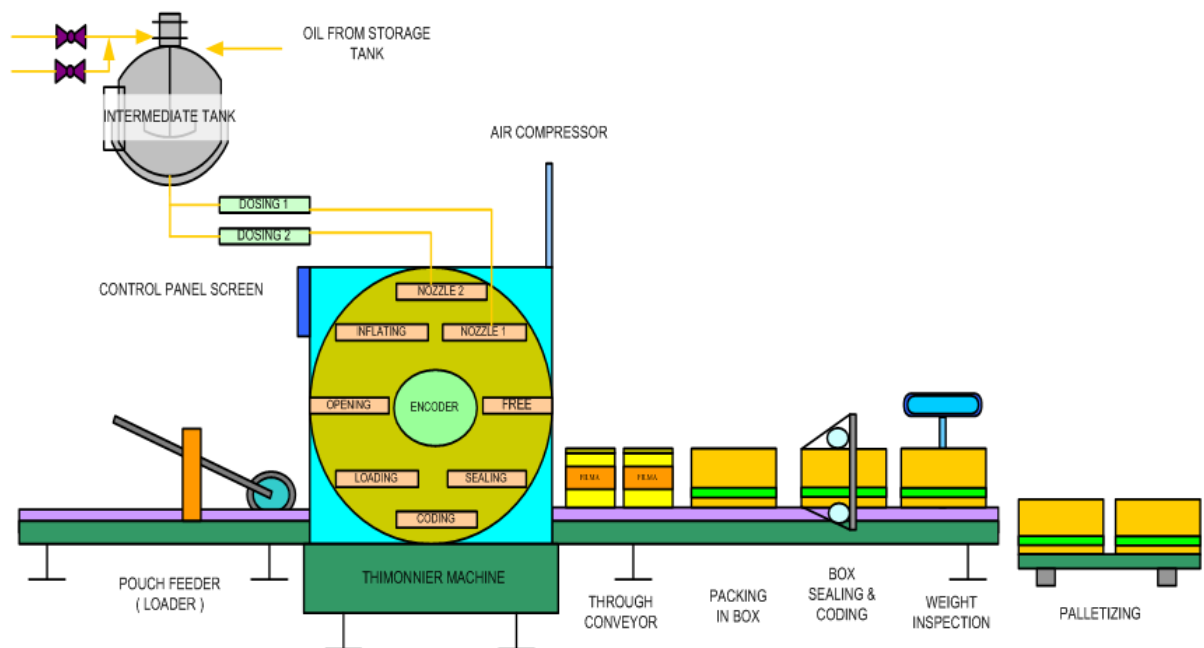
Gambar 2.1 Mesin Thimonier

(Sumber: <http://www.thimonnier.com/machine/thd800-food/20/>, diakses tanggal 12 Desember 2015).

PT. XYZ memiliki enam buah mesin Thimonier dengan kecepatan pengisian bervariasi yang disesuaikan dengan volume produk. Tabel 2.1 menunjukkan kecepatan pengisian produk untuk masing-masing volume produk di mesin Thimonier.

Tabel 2.1 Kecepatan Pengisian Untuk Tiap Volume Produk

No	Volume Produk (mL)	Kecepatan Pengisian (L/Jam)
1	225	891
2	250	891
3	500	1080
4	1000	2160
5	2000	4320



Gambar 2.2 Ilustrasi Kerja Mesin Thimonier

(Sumber: Data internal PT. XYZ, 2016)

Ilustrasi kerja mesin Thimonier dapat dilihat pada Gambar 2.2. Secara garis besar tahapan proses yang terjadi di mesin Thimonier adalah sebagai berikut:

a. *Dosing*

Proses digunakan untuk mengatur jumlah minyak goreng yang akan dikemas agar sesuai dengan spesifikasi berat per jenis produk yang sudah ditentukan.

b. *Loading*

Standing pouch ditata oleh operator pada *pouch feeder* sebelum masuk ke mesin Thimonier. Kemudian *standing pouch* diangkat dari *loader* ke dalam mesin Thimonier dengan menggunakan karet vakum. Selanjutnya *standing pouch* akan terjepit oleh *gripper* pada kedua sisi bagian atasnya.

c. *Opening*

Standing pouch yang terjepit akan dibuka mulutnya untuk persiapan pengisian.

d. *Inflating*

Untuk memastikan jika *standing pouch* sudah terbuka sempurna maka *standing pouch* akan ditiup dengan udara steril. Pada proses ini terdapat tiga sensor yang berfungsi untuk memeriksa *standing pouch* terbuka atau tidak. Jika tidak terbuka sempurna, maka *standing pouch* tidak akan terisi minyak goreng pada tahap selanjutnya.

e. *Nozzle 1 & 2*

Tahap ini adalah proses pengisian minyak goreng dalam kemasan *standing pouch*. Untuk produk 1000 mL dan 2000 mL, pada nozzle 1 akan terisi setengah dan dilanjutkan pengisian setengah lagi pada nozzle 2. Pengisian untuk produk 500 mL kebawah dilakukan secara satu tahap pengisian (tidak setengah-setengah).

f. *Free*

Pada tahap ini mulut *standing pouch* yang sudah terisi oleh minyak goreng maupun tidak terisi akan dirapatkan untuk persiapan proses *sealing*.

g. *Sealing*

Mulut *standing pouch* ditutup melalui pemanasan pada suhu 170 – 180°C.

h. *Coding*

Proses pemberian kode produksi pada area *sealing*.

Standing pouch yang sudah terisi minyak goreng dikemas dalam boks dengan jumlah tertentu sesuai dengan jenis produknya dan selanjutnya disimpan digudang barang jadi.

2.2 Peramalan

Peramalan merupakan aktivitas fungsi bisnis yang memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Proses peramalan untuk menduga permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramalan, sering berdasarkan data deret waktu historis. Teknik-teknik peramalan yang digunakan bersifat formal maupun informasi (Gaspersz, 1998).

2.2.1 Horizon Waktu Permalan

Menurut Heizer dan Render (2001) dalam melakukan peramalan biasanya akan dikelompokkan oleh horizon waktu masa depan yang mendasarinya dan terdapat tiga kategori berdasarkan horizon waktunya, yaitu :

a. Peramalan Jangka Pendek

Rentang waktunya mencapai satu tahun tetapi umumnya kurang dari tiga bulan. Peramalan jangka pendek umumnya digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan dan tingkat produksi.

b. Peramalan Jangka Menengah

Peramalan jangka menengah biasanya berjalan tiga bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini sangat bermanfaat dalam perencanaan penjualan dan penganggaran produksi, kas dan menganalisa berbagai rencana operasi.

c. Peramalan Jangka Panjang

Rentang waktunya biasanya tiga tahun atau lebih, digunakan dalam merencanakan produk baru, pengeluaran modal, lokasi fasilitas, atau ekspansi dan penelitian serta pengembangan.

2.2.2 Metode Peramalan

Menurut Baroto (2002), semua metode peramalan memiliki ide yang sama, yaitu menggunakan data masa lalu untuk memperkirakan atau memproyeksikan data di masa yang akan datang. Secara umum metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori utama (Makridakis dkk., 1999), yaitu:

a. Metode Kualitatif

Metode peramalan kualitatif berhubungan dengan data-data kualitatif, misalnya tentang selera konsumen terhadap suatu produk, atau survey tentang loyalitas konsumen, dan lain-lain. Hasil peramalan yang didapat tergantung dari orang yang menyusunnya, membutuhkan keahlian khusus, input yang dibutuhkan tergantung pada metode tertentu dan biasanya merupakan hasil dari pemikiran intuitif, perkiraan, pengalaman dan pengetahuan yang telah didapat. Peramalan kualitatif terutama digunakan untuk memberikan petunjuk, untuk membantu perencanaan dan untuk melengkapi hasil peramalan kuantitatif, bukan untuk memberikan suatu ramalan numerik tertentu. Beberapa metode peramalan kualitatif yang sering digunakan untuk menghasilkan ramalan jangka panjang antara lain metode *fishbowling*, *subjective-estimates*, *survey* dan *delphi*.

b. Metode Kuantitatif

Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu *causal* dan *time series*. Metode peramalan *causal* meliputi faktor-faktor yang berhubungan dengan variabel yang diprediksi seperti analisis regresi. Peramalan *time series* merupakan metode kuantitatif untuk menganalisis data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur dengan menggunakan teknik yang tepat, sehingga hasil dari peramalan dapat dijadikan acuan untuk meramalkan nilai di masa yang akan datang (Makridakis dkk., 1999).

- Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Tujuan metode ini adalah untuk menemukan pola data dalam deret historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan. Beberapa model deret waktu yang populer dan umum diterapkan dalam peramalan permintaan adalah rata-rata bergerak (*moving*

average), pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*), dan proyeksi kecenderungan (*trend projection*).

- Metode regresi (*Causal*)

Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan memiliki hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel bebas. Tujuan metode ini yaitu untuk menemukan bentuk hubungan tersebut dan menggunakannya untuk meramalkan nilai mendatang dari variabel tak bebas. Penerapan peramalan dengan metode kuantitatif dapat dilakukan apabila terdapat tiga kondisi berikut: Pertama, adanya informasi mengenai keadaan dimasa lalu. Kedua, informasi tersebut dapat dikuatitatkan dalam bentuk data numerik. Ketiga, dapat diasumsikan bahwa pola data di masa lalu akan terus berlanjut pada masa yang akan datang.

2.2.3 Metode Deret Berkala

Deret berkala atau *time series* adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu yang berjarak sama (mingguan, bulanan, tahunan). Metode *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, dan biasanya digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan perilaku subyek. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Menurut Hanke dkk. (2001) terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu:

1. Horizontal (*Stationary*)

Tipe data horizontal adalah ketika data observasi berubah-ubah di sekitar tingkatan atau rata-rata yang konstan. Sebagai contoh data penjualan tiap bulan suatu produk tidak meningkat atau menurun secara konsisten pada suatu waktu. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data horizontal adalah *simple moving average*, *moving average*, *simple exponential smoothing*, dan *Box-Jenkins*.

2. Musiman (*Seasonal*)

Tipe data musiman ialah ketika pola data dipengaruhi oleh musiman, yang ditandai dengan adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari

tahun ke tahun. Sebagai contoh adalah pola data pembelian buku baru pada tahun ajaran baru. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data musiman adalah *decomposition*, *Winter's exponential smoothing*, *multiple regression* dan *Box-Jenkins*.

3. Tren

Tipe data tren terjadi bilamana data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Sebagai contoh adalah data harga suatu produk yang terus meningkat dari tahun ke tahun, Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data tren adalah *linear moving average*, *Brown's linear exponential smoothing*, *Holt's linear exponential smoothing*, *simple regression* dan *exponential model*.

4. Siklus (Cyclical)

Tipe data siklus terjadi bilamana deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang. Sebagai contoh adalah data-data pada kegiatan ekonomi dan bisnis. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data siklus adalah *decomposition*, *economic indicators*, *econometric models*, dan *multiple regression*.

2.2.4 Koefisien Autokorelasi

Time series menggunakan data masa lalu pada periode tertentu sehingga data tersebut sering berkorelasi dengan dirinya sendiri ketika data tersebut digeser atau berselang satu atau beberapa periode. Korelasi ini dapat diukur dengan menggunakan koefisien autokorelasi (Hanke dan Reitsch, 1998). Rumus yang digunakan untuk menghitung autokorelasi adalah sebagai berikut:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.1)$$

dengan:

r_k = Koefisien autokorelasi pada selisih k periode waktu

\bar{Y} = Rata-rata pengamatan selama k periode waktu

Y_t = Nilai pengamatan selama k periode waktu

Y_{t-k} = Nilai pengamatan pada periode sebelumnya atau pada periode waktu $t-k$

Koefisien autokorelasi untuk selisih waktu yang berbeda dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola data masa lalu dengan kondisi sebagai berikut:

1. Jika data memiliki pola kecenderungan, maka nilai Y_t dan Y_{t-1} memiliki korelasi yang besar, sehingga koefisien autokorelasi sangat jauh dari nilai 0 untuk beberapa *time lags* awal kemudian menurun mendekati nilai 0 seiring dengan peningkatan periode waktu. Beberapa model yang dapat digunakan adalah:
 - a. Model kecenderungan linear
 - b. Model kecenderungan kuadratik
 - c. Model eksponensial
 - d. Model "S" curve
2. Jika data memiliki pola musiman, maka koefisien autokorelasi akan berulang setiap interval waktu tertentu. Beberapa model yang dapat digunakan adalah:
 - ✚ Model Dekomposisi, yang mengakomodasi pola data berupa kecenderungan, musiman, dan ketidakteraturan.
 - ✚ Model Winters, yang berasumsi bahwa semua tren pergerakan akan terus berlanjut dari pemulusan eksponensial. Metode ini dapat dipakai untuk peramalan jangka menengah dan jangka panjang. Metode peramalan Winters dirancang untuk mendeteksi adanya pergerakan naik turun dari data deret berkala.
 - ✚ Jika koefisien autokorelasi antara Y_t dan Y_{t-1} mendekati nilai 0, maka data deret berkala tidak memiliki hubungan, atau dapat dikatakan data tidak teratur. Beberapa model yang dapat digunakan adalah:
 - a. Model rata-rata bergerak atau *Moving Average*
 - b. *Single Exponential Smoothing*
 - c. *Double Exponential Smoothing*

2.2.5 Metode Dekomposisi

Dekomposisi adalah metode pemecahan data menjadi sub pola yang menunjukkan tiap-tiap komponen deret berkala secara terpisah (Amran, 2003).

Menurut Makridakis dkk. (1999), analisis deret berkala terdiri atas empat komponen, yaitu:

1. Komponen tren, adalah komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan atau penurunan dalam suatu data deret berkala.
2. Komponen musiman, menggambarkan pola perubahan yang berulang secara teratur dari waktu ke waktu.
3. Komponen siklis, fluktuasi gelombang yang mempengaruhi keadaan selama lebih dari semusim.
4. Komponen kesalahan, komponen tak beraturan yang terbentuk dari fluktuasi-fluktuasi yang disebabkan oleh peristiwa tak terduga.

Menurut Gasperz (1991), penulisan matematis secara umum dari model dekomposisi adalah :

$$Y_t = f(I_t, T_t, C_t, E_t) \quad (2.2)$$

dengan:

- X_t : data aktual pada periode ke- t
 I_t : indeks musiman pada periode ke- t
 C_t : unsure siklus pada periode ke- t
 E_t : unsure kesalahan pada periode ke- t

Bentuk fungsional yang pasti dari persamaan diatas bergantung pada metode dekomposisi yang digunakan, diantaranya yakni metode dekomposisi rata-rata sederhana yang berasumsi pada model aditif:

$$Y_t = (I_t + T_t + C_t) + E_t \quad (2.3)$$

Metode dekomposisi rasio trend yang berasumsi pada model multiplikatif:

$$Y_t = f(I_t \times T_t \times C_t) \times E_t \quad (2.4)$$

2.2.6 Menghitung Kesalahan Peramalan

Menurut Heizer dan Render (2010), ada beberapa perhitungan yang biasa digunakan untuk menghitung kesalahan peramalan total. Perhitungan ini dapat digunakan untuk membandingkan model peramalan yang berbeda, mengawasi peramalan, dan untuk memastikan peramalan berjalan baik. Tiga dari perhitungan yang paling terkenal adalah simpangan absolut rata-rata (*mean absolute deviation-MAD*), kesalahan rata-rata kuadrat (*mean squared error-MSE*), dan persentase kesalahan absolut rata-rata (*mean absolute percentage error-MAPE*).

Simpangan absolut rata-rata (MAD) mengukur akurasi peramalan dengan merata-rata kesalahan peramalan (nilai absolutnya). MAD berguna untuk mengukur kesalahan peramalan dalam unit ukuran yang sama seperti data aslinya. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kesalahan peramalan dengan MAD adalah sebagai berikut (Arsyad, 2009):

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} \quad (2.5)$$

Kesalahan rata-rata kuadrat (MSE atau MAS) merupakan metode alternatif dalam mengevaluasi suatu teknik peramalan. Setiap kesalahan atau residual dikuadratkan, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Pendekatan ini menyatakan suatu kesalahan peramalan yang besar karena dikuadratkan. Besaran umum yang digunakan untuk menentukan kesalahan peramalan sesuai dengan perumusan berikut (Arsyad, 2009):

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \quad (2.6)$$

Persentase kesalahan absolut rata-rata (MAPE) dihitung dengan menjumlahkan kesalahan absolut setiap periode, kemudian membagi dengan

jumlah observasi pada periode tersebut. Pendekatan ini sangat berguna jika ukuran variabel peramalan merupakan faktor penting dalam mengevaluasi akurasi peramalan tersebut. MAPE memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari deret tersebut. MAPE juga dapat digunakan untuk membandingkan akurasi dari teknik yang sama atau berbeda dari dua deret yang berbeda. Persamaan berikut menunjukkan cara menghitung MAPE (Arsyad, 2009):

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.7)$$

dengan:

- \hat{Y}_t = Ramalan permintaan untuk periode t
- Y_t = Permintaan aktual untuk periode t
- n = Jumlah periode waktu
- $Y_t - \hat{Y}_t$ = Deviasi atau kesalahan peramalan

2.3 Linear Programming

Linear programming adalah salah satu teknik dalam riset operasi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan alokasi sumber daya yang terbatas dalam suatu lingkungan aktivitas untuk memperoleh solusi yang optimal. *Linear programming* menunjukkan hubungan fungsional dalam model matematis yang bersifat linier dan teknik pemecahan yang terdiri atas tahapan matematis (Taylor, 2010). Model *linear programming* memiliki empat komponen yang meliputi:

a. Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan simbol matematis yang merepresentasikan tingkat aktivitas.

b. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan merupakan hubungan linier yang menggambarkan tujuan dari operasi.

c. Pembatas

Pembatas atau yang biasa disebut *constraint* merupakan hubungan linier yang menggambarkan batasan dalam pengambilan keputusan.

d. Parameter

Parameter yang digunakan dalam *linear programming* adalah nilai numerik yang terdapat pada fungsi tujuan dan pembatas.

Model *linear Programming* dapat diformulasikan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan

Meminimumkan biaya produksi total

$$\text{Min } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (2.8)$$

Fungsi Pembatas:

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n \geq b_i \quad (2.9)$$

$$a_{j1}X_1 + a_{j2}X_2 + \dots + a_{jn}X_n \geq b_j \quad (2.10)$$

$$a_{k1}X_1 + a_{k2}X_2 + \dots + a_{kn}X_n \geq b_k \quad (2.11)$$

Dengan:

X_n = Jumlah produk n (unit) yang diproduksi

C_n = Biaya untuk memproduksi 1 unit produk n

a_{in} = Jumlah sumber daya i yang digunakan untuk memproduksi 1 unit produk n

b_i = Jumlah sumber daya i yang tersedia

a_{jn} = Jumlah sumber daya j yang digunakan untuk memproduksi 1 unit produk n

b_j = Jumlah sumber daya j yang tersedia

a_{kn} = Jumlah sumber daya k yang digunakan untuk memproduksi 1 unit produk n

b_k = Jumlah sumber daya k yang tersedia

2.3.1 Integer Programming

Metode *integer programming* merupakan program linier yang beberapa atau semua variabelnya memiliki nilai-nilai *integer* (bulat) dan diskrit. Model matematis untuk pemrograman integer adalah model pemrograman linier dengan tambahan satu batasan bahwa variabel harus memiliki nilai-nilai integer (Hiller dan Lieberman, 2010). Model *integer programming* terbagi menjadi tiga tipe, yaitu:

a. *Pure Integer Programming*

Ciri dari tipe ini adalah semua variabel keputusan diharuskan mempunyai nilai *integer* (bulat).

b. *Binary Integer Programming*

Ciri dari tipe ini adalah semua variabel keputusan mempunyai nilai *integer* satu atau nol. Tipe ini biasanya digunakan dalam pemecahan masalah dalam pengambilan keputusan. Variabel keputusan yang berharga 1 menyatakan “Ya” dan variabel keputusan berharga 0 untuk menyatakan “Tidak”.

c. *Mixed Integer Programming*

Tipe ini memiliki cirri beberapa variabel keputusan yang mempunyai nilai *integer* dan beberapa variabel keputusan lainnya bernilai *non integer*.

2.4 Posisi Penelitian

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang topik riset operasi, khususnya optimasi dan peramalan dalam perencanaan produksi telah dilakukan oleh beberapa penulis seperti yang terangkum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Posisi Penelitian

No	Penulis	Judul	Metode Peramalan	Metode Optimasi
1	Windarti, T., (2011)	Optimasi Perencanaan Produksi Besi Beton Pada Rolling Mill Dengan Menggunakan Metode <i>Integer Programming</i> Di PT. HJS	-	<i>Integer Programming</i>
2	Mulyono, M.F., (2012)	Optimasi Perencanaan Produksi Cat Di PT. XYZ Dengan Metode <i>Mixed Integer Programming</i>	-	<i>Mixed Integer Programming</i>
3	Adi, P., (2012)	Optimasi Keuntungan Dengan Menggunakan Bauran Produk Di PT. XX	ARIMA	<i>Linear Programming</i>
4	Wulandhari, D., (2015)	Perencanaan Produksi Pakan Ternak Pada PT. ABC Menggunakan Metode <i>Linear Programming</i>	ARIMA	<i>Linear Programming</i>
5	Mustafa, B., (2016)	Penentuan Bauran Produk Minyak Goreng untuk Memaksimalkan Keuntungan Dengan Menggunakan Metode <i>Pure Integer Programming</i>	Dekomposisi	<i>Pure Integer Programming</i>

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian yang terbagi dalam beberapa tahap, antara lain tahap identifikasi permasalahan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pengambilan kesimpulan. Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

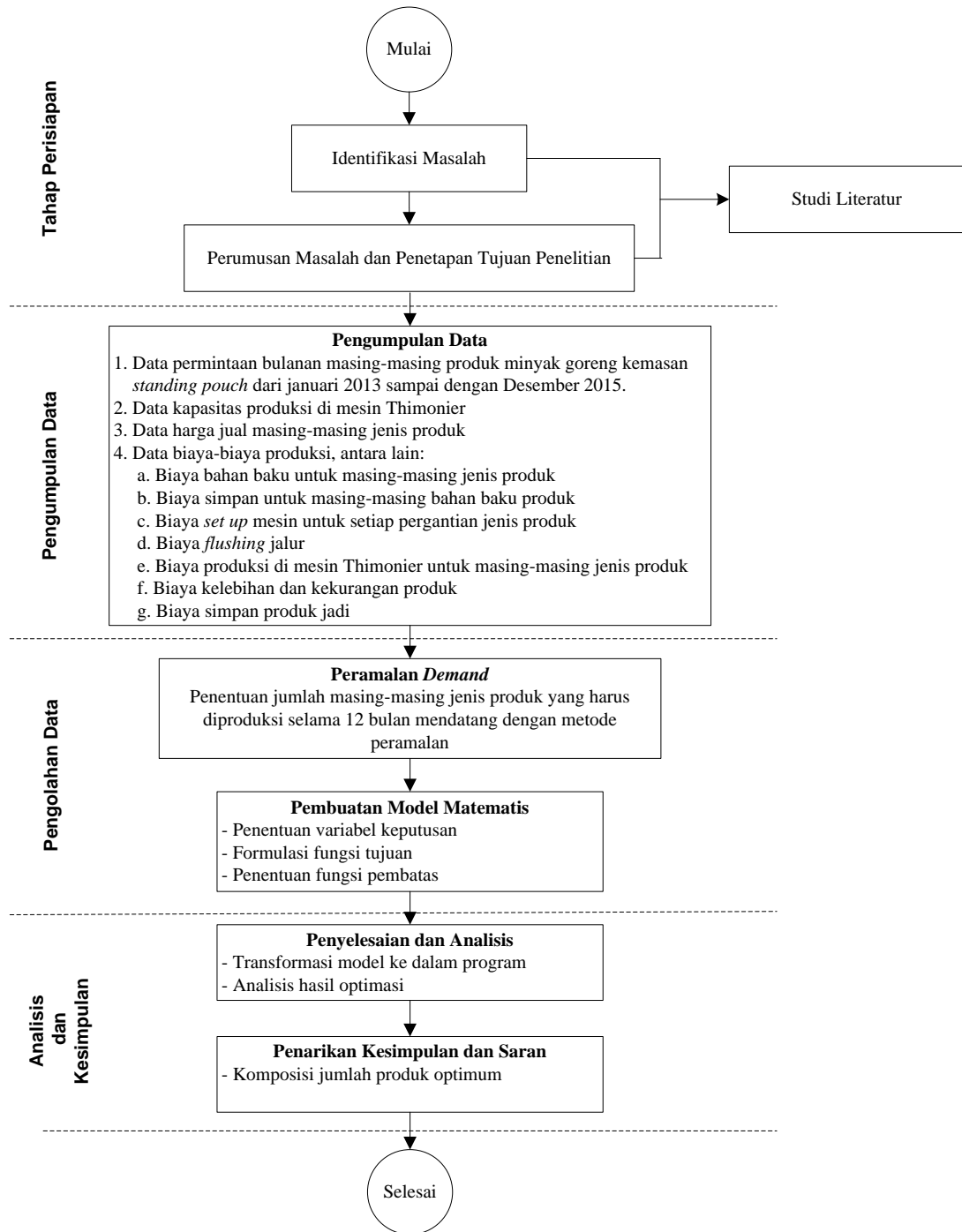
3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan perumusan masalah dengan menetapkan tujuan penelitian serta konsep-konsep teori pendukungnya. Permasalahan yang sudah dirumuskan kemudian ditentukan metode analisis dan prosedur pengolahan data yang sesuai dan dilanjutkan dengan identifikasi data-data yang diperlukan untuk penelitian ini.

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam menjawab permasalahan penelitian ini agar sesuai dengan tujuan antara lain:

1. Data permintaan bulanan masing-masing produk minyak goreng kemasan *standing pouch* dari Januari 2013 sampai dengan Desember 2015.
2. Data kapasitas produksi mesin Thimonier
3. Data harga jual masing-masing jenis produk
4. Data biaya-biaya produksi, antara lain:
 - a. Biaya bahan baku untuk masing-masing jenis produk
 - b. Biaya simpan untuk masing-masing bahan baku produk
 - c. Biaya *set up* untuk setiap pergantian jenis produk
 - d. Biaya *flushing* jalur
 - e. Biaya produksi di mesin Thimonier untuk masing-masing jenis produk
 - f. Biaya kelebihan dan kekurangan produk
 - g. Biaya simpan produk jadi



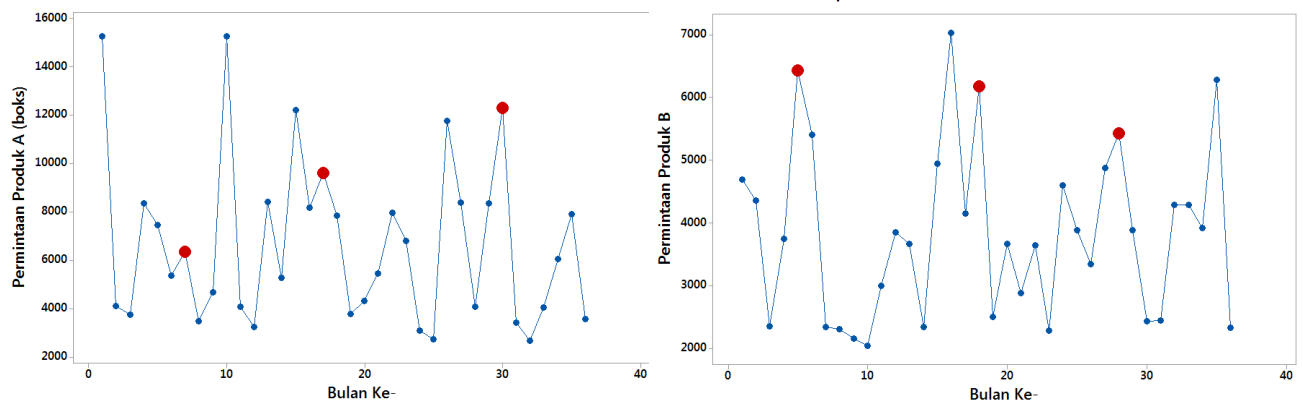
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.3 Tahap Pengolahan Data

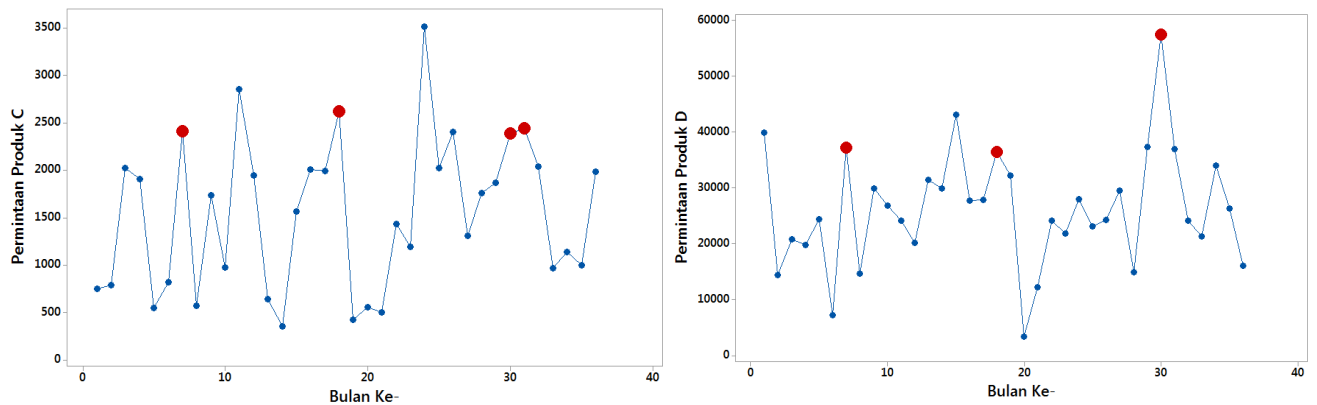
Tahap pengolahan data ini meliputi dua tahap yaitu peramalan permintaan masing-masing jenis produk dan pembuatan model optimasi *pure integer programming*.

3.3.1 Peramalan

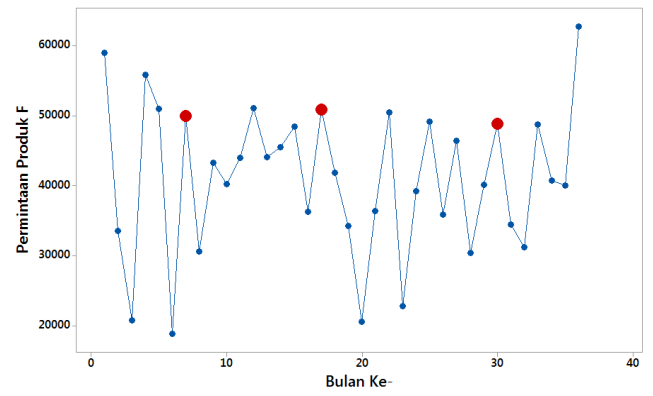
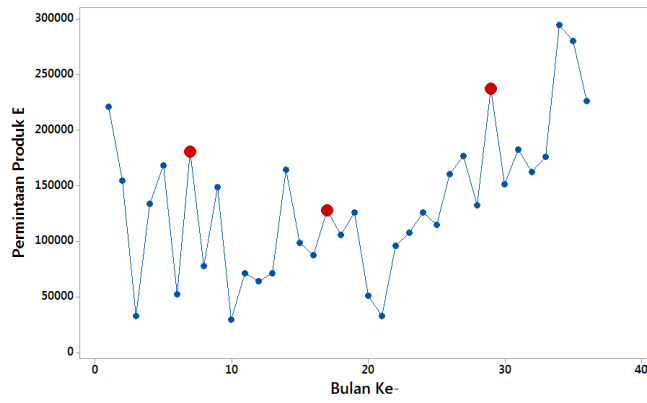
Peramalan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu meramalkan permintaan masing-masing jenis produk minyak goreng kemasan *standing pouch* untuk periode 12 bulan kedepan. Permintaan minyak goreng untuk setiap produk cenderung musiman. Hal ini terlihat pada Gambar 3.2 – 3.7 permintaan setiap produk untuk 1-2 bulan sebelum hari raya idul fitri mengalami tren kenaikan (warna merah). Idul Fitri tahun 2013 jatuh pada minggu awal bulan Agustus, sedangkan tahun 2014 dan 2015 jatuh pada minggu pertengahan bulan juli.



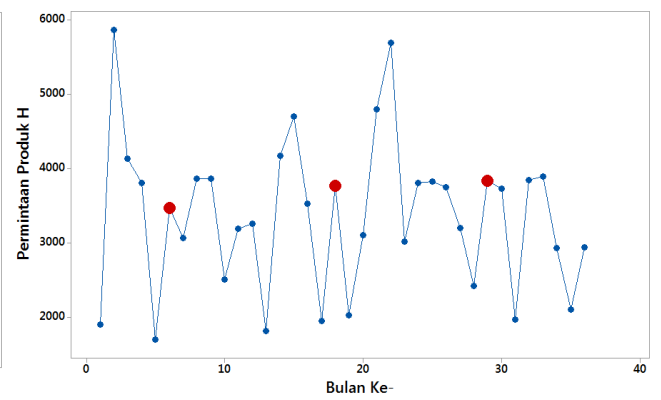
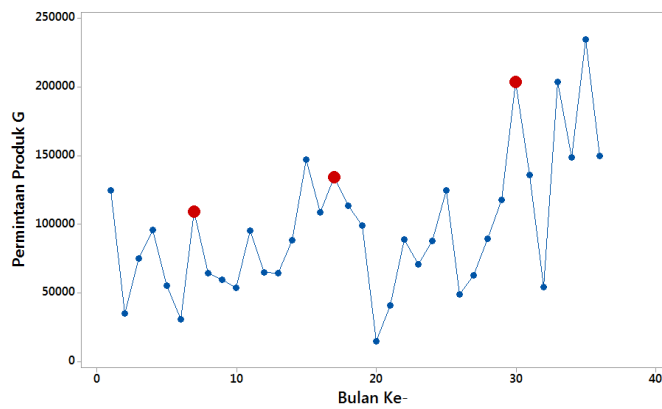
Gambar 3.2 Grafik Permintaan Produk A dan B



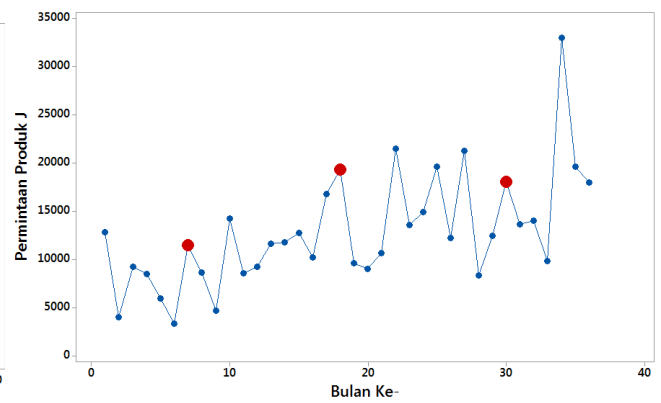
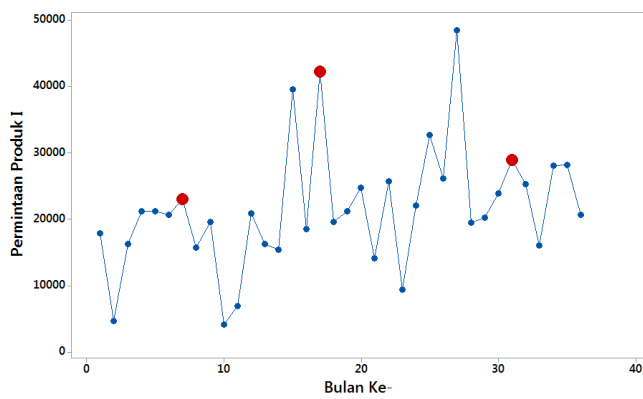
Gambar 3.3 Grafik Permintaan Produk C dan D



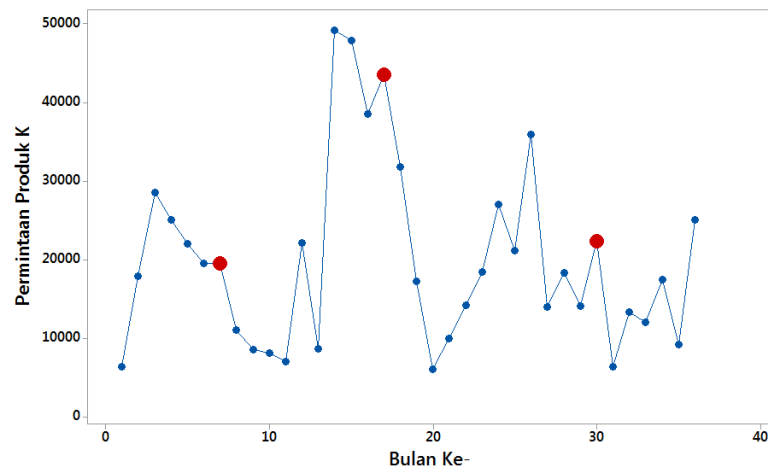
Gambar 3.4 Grafik Permintaan Produk E dan F



Gambar 3.5 Grafik Permintaan Produk G dan H



Gambar 3.6 Grafik Permintaan Produk I dan J



Gambar 3.7 Grafik Permintaan Produk K

Idul fitri tahun 2016 masih terjadi pada bulan juli dan sama dengan idul fitri tahun 2014 dan 2015, sehingga diduga permintaan bulanan tidak banyak mengalami perubahan. Disamping memiliki pola musiman, permintaan produk minyak goreng ini juga memiliki pola tren. Oleh karena itu, pada peramalan jumlah permintaan produk minyak goreng akan dilakukan dengan metode peramalan dekomposisi dengan bantuan perangkat lunak *Minitab 17*.

Model peramalan yang digunakan yaitu multiplikatif dan aditif. Kedua metode tersebut dibandingkan dan dipilih yang memiliki nilai eror (MSE atau MSD) yang terkecil. Model yang memiliki nilai eror terkecil digunakan untuk menentukan hasil peramalan.

3.3.2 Pembuatan Model Optimasi

Model optimasi yang digunakan yaitu *pure integer programming* dikarenakan pada penelitian ini semua variabel keputusan yang ada bersifat *integer*. Penyelesaian model optimasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak LINGO 11.0. Pada tahap ini perlu ditetapkan hal-hal yang berperan dalam proses optimasi dengan pemrograman linier, antara lain:

3.3.2.1 Penentuan Variabel Keputusan

Variabel keputusan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

X_{pqr} : Jumlah unit (Liter) produk p yang diproduksi di mesin q pada bulan r

- SU_{pqr} : Variabel *set up* mesin untuk produk p yang diproduksi di mesin q pada bulan r merupakan bilangan biner (bernilai 1 jika butuh *set up* dan 0 jika sebaliknya)
- FL_{pqr} : Variabel *flushing* jalur produk p yang diproduksi di mesin q pada bulan r merupakan bilangan biner (bernilai 1 jika butuh *flushing* dan 0 jika sebaliknya)
- IR_{pr} : Jumlah persediaan bahan baku produk dalam liter untuk produk p pada bulan r
- S_{pr} : Jumlah kekurangan produk dalam liter untuk produk p pada bulan r
- O_{pr} : Jumlah kelebihan produk dalam liter untuk produk p pada bulan r

dengan indeks:

- p : Jenis produk *standing pouch* ($p = 1, 2, \dots, 11$)
- q : Mesin yang digunakan ($r = 1, 2, \dots, 6$)
- r : Bulan ($t = 1, 2, \dots, 12$)

Tabel 3.1 Penentuan p dan q

Produk				Mesin	
Item	Indeks	Item	Indeks	Item	Indeks
Produk A	p_1	Produk G	p_7	Thimonier 1	q_1
Produk B	p_2	Produk H	p_8	Thimonier 2	q_2
Produk C	p_3	Produk I	p_9	Thimonier 3	q_3
Produk D	p_4	Produk J	p_{10}	Thimonier 4	q_4
Produk E	p_5	Produk K	p_{11}	Thimonier 5	q_5
Produk F	p_6			Thimonier 6	q_6

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- α_p : Koefisien harga jual produk p (Rp/L)
- ε_p : Koefisien biaya bahan baku dan pendukung produk p (Rp/L)
- η_p : Koefisien biaya *set up* mesin untuk produk p (Rp)

- ω_p : Koefisien biaya *flushing* jalur untuk produk p (Rp)
 ϕ_p : Koefisien biaya simpan bahan baku dan pendukung produk p (Rp/L/bulan)
 τ_{pqr} : Koefisien biaya proses produksi (Rp/L)
 σ_p : Koefisien biaya kekurangan produk p (Rp/L)
 μ_p : Koefisien biaya kelebihan produk p (Rp/L)
 \mathcal{X}_p : Koefisien biaya simpan produk p (Rp/L/bulan)
 D_{pr} : Permintaan produk p pada bulan r (L)
 KM_{pq} : Kapasitas produksi produk p di mesin q yang tersedia (jam)

3.3.2.1 Penentuan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari pemodelan dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan keuntungan maksimum (Z) dari total penjualan dikurangi dengan total biaya.

$$Z_{max} = \text{Penjualan Total} - \text{Biaya Total} \quad (3.1)$$

1. Persamaan Total Penjualan

Total penjualan diperoleh dari total perkalian dari harga jual produk p dengan jumlah produk yang dihasilkan di mesin q pada bulan r .

$$\sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \alpha_p \cdot X_{pqr} \quad (3.2)$$

dengan:

- α_p : Koefisien harga jual produk p (Rp/L)

2. Persamaan Biaya

Biaya yang muncul untuk produksi masing-masing jenis produk bervariasi, tergantung dari material yang digunakan. Biaya-biaya tersebut meliputi biaya bahan baku, biaya simpan bahan baku, biaya *flushing* jalur, biaya *set up* mesin, biaya proses produksi, biaya simpan produk jadi dan biaya kelebihan dan kekurangan produk.

a. Biaya Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan yaitu berupa produk *semifinished* dengan harga beli yang berbeda-beda. Adapun persamaan biayanya adalah:

$$\sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \varepsilon_p \cdot X_{pqr} \quad (3.3)$$

b. Biaya Simpan Bahan Baku

Biaya simpan ini muncul akibat adanya penyimpanan bahan baku di *tank farm*. Persamaan biayanya sebagai berikut:

$$\sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^m \varphi_p \cdot IR_{pr} \quad (3.4)$$

c. Biaya Set up Mesin

Biaya *set up* mesin terjadi ketika terjadi perubahan produksi produk p ke produk p lainnya di mesin q pada bulan r . Persamaannya biaya *set up* mesin sebagai berikut.

$$\sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \eta_p \cdot SU_{pqr} \quad (3.5)$$

d. Biaya Flushing Jalur

Biaya *flushing* jalur ini akan muncul apabila terjadi perpindahan produksi dari produk p ke produk p yang lainnya dimesin q pada bulan r . Persamaannya biaya *flushing* jalur sebagai berikut.

$$\sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \omega_p \cdot FL_{pqr} \quad (3.6)$$

e. Biaya Proses Produksi

Biaya produksi dihitung untuk menghasilkan satu liter produk pada jam normal. Biaya ini terdiri atas biaya mesin, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya lain-lain. Biaya proses tersebut akan berbeda untuk masing-masing jenis produk yang bisa dirumuskan sebagai berikut.

$$\sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \tau_{pqr} \cdot X_{pqr} \quad (3.7)$$

f. Biaya Kelebihan dan Kekurangan Produk

Biaya kelebihan produk muncul apabila jumlah produk p melebihi jumlah yang direncanakan. Biaya ini dihitung dari pendapatan dari bunga investasi, sedangkan kekurangan produk diperoleh dari peluang profit yang seharusnya bisa diterima sebesar jumlah kekurangan produk tersebut. Biaya inventori ini dirumuskan sebagai berikut.

$$\sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^l (\sigma_p \cdot S_{pr} + \mu_p \cdot O_{pr}) \quad (3.8)$$

g. Biaya Simpan Produk Jadi

Biaya simpan ini timbul karenan adanya proses penyimpanan produk jadi di Gudang Barang Jadi. Besarnya biaya simpan produk jadi dirumuskan sebagai berikut:

$$\sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^m x_p \cdot O_{pr} \quad (3.9)$$

Fungsi tujuan secara keseluruhan bisa dimodelkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
& \mathbf{Z}_{\max} \\
&= \sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \alpha_p \cdot X_{pqr} \\
&- \left\{ \sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \varepsilon_p \cdot X_{pqr} + \sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^m \varphi_p \cdot IR_{pr} + \sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \eta_p \cdot SU_{pqr} \right. \\
&+ \sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \omega_p \cdot FL_{pqr} + \sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \tau_{pqr} \cdot X_{pqr} + \sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^l (\sigma_p \cdot S_{pr} + \mu_p \cdot O_{pr}) \\
&\left. + \sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^m \lambda_p \cdot O_{pr} \right\} \tag{3.10}
\end{aligned}$$

3.3.2.2 Penentuan Fungsi Pembatas

Ada beberapa batasan-batasan yang harus dipenuhi untuk mencapai fungsi tujuan tersebut:

a. Batasan Keseimbangan Persediaan Produk Jadi

Pembatas persediaan adalah keterbatasan untuk banyaknya jumlah produk di Gudang barang jadi untuk mencukupi permintaan pada periode selanjutnya dengan formulasi adalah sebagai berikut :

$$O_{pr-1} + X_{pqr} = D_{pr} + O_{pr} \tag{3.11}$$

dengan:

O_{pr-1} : Jumlah kelebihan produk p dibulan $r-1$ (L)

b. Batasan Kapasitas Mesin

Kapasitas mesin dipengaruhi oleh volume tiap jenis produk yang akan diproduksi sehingga produk yang dihasilkan dalam sehari berbeda-beda. Disamping itu setiap terjadi pergantian produksi dari antar produk maka dibutuhkan seting mesin untuk menyesuaikan dengan spesifikasi produk tersebut. Hal ini mengakibatkan dibutuhkan waktu seting sehingga dapat mengurangi kapasitas produksi. Penjumlahan dari waktu pengisian dan waktu

set up maksimal sama dengan kapasitas waktu produksi yang tersedia. Batasan ini dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m \lambda_{pqr} \cdot X_{pqr} + (\psi_p \cdot SU_{pqr}) \leq KM_{pq} \quad (3.12)$$

dengan:

λ_{pqr} : Koefisien kecepatan pengisian produk p di mesin q pada bulan r (Jam/L)

ψ_p : Jumlah waktu *set up* untuk produk tersebut (Jam)

Koefisien kecepatan pengisian adalah waktu yang dibutuhkan oleh mesin Thimonier untuk mengisi 1 L produk dalam kemasan *standing pouch*.

c. Batasan Kelebihan dan Kekurangan Produk

Kelebihan dan kekurangan produk mempunyai batasan masing-masing. Kelebihan produk tidak boleh lebih dari 10% dari target, sedangkan kekurangan produk tidak boleh lebih dari 5% dari permintaan. Untuk batasan ini secara formulasi adalah:

- Batasan kelebihan produk

$$\sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^m O_{pr} \leq 0.1 D_{pr} \quad (3.13)$$

- Batasan kekurangan produk

$$\sum_{p=1}^k \sum_{r=1}^m S_{pr} \leq 0.05 D_{pr} \quad (3.14)$$

d. Batasan Persediaan Bahan Baku

Batasan persediaan baku adalah keterbatasan untuk banyaknya bahan baku untuk mencukupi produksi pada periode tersebut, dengan formulasi sebagai berikut:

$$\sum_{p=1}^k \sum_{q=1}^l \sum_{r=1}^m X_{pqr} - 60FL_{pqr} - IR_{pr} \leq 0 \quad (3.15)$$

e. Batasan Set up Mesin

$$X_{pqr} - Q_{pq} \cdot SU_{pqr} \leq 0 \quad (3.16)$$

dengan:

Q_{pq} : Bilangan besar untuk memastikan efek dari variabel *set up* biner

f. Batasan Flushing Jalur

$$X_{pqr} - Q_{pqr} \cdot FL_{pqr} \leq 0 \quad (3.17)$$

g. Pembatas Non Negatif

$$X_{pqr}, SU_{pqr}, FL_{pqr}, IR_{pr}, S_{pr}, O_{pr} \geq 0$$

3.4 Tahap Analisis dan Pengambilan Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian yang dilakukan. Pada tahap ini dilakukan analisis dan interpretasi hasil pengumpulan dan pengolahan data yang kemudian diakhiri dengan pengambilan kesimpulan penelitian dan pemberian saran untuk penelitian yang akan datang.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data-data yang digunakan dan cara pengolahannya agar sesuai dengan tujuan dari tesis ini.

4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian yang berkaitan dengan optimasi perencanaan proses produksi minyak goreng adalah sebagai berikut:

4.1.1 Data Permintaan Produk Minyak Goreng

Data permintaan produk adalah data historis permintaan produk minyak goreng kemasan *standing pouch* untuk tiap jenis produk dari Januari 2013-Desember 2015. Produk minyak goreng yang digunakan ada 11 macam. Periode waktu yang digunakan adalah bulanan. Data permintaan selengkapnya bisa dilihat pada Lampiran A.

4.1.2 Data Harga Jual

Harga jual tiap jenis produk berbeda-beda. Harga jual untuk tiap produk minyak goreng ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Harga Jual Tiap Produk

Jenis Produk	Harga Jual (Rp/L)	Jenis Produk	Harga Jual (Rp/L)
Produk A	10693	Produk G	10357
Produk B	10396	Produk H	12555
Produk C	11818	Produk I	10376
Produk D	10755	Produk J	10647
Produk E	10438	Produk K	10455
Produk F	10777	-	-

4.1.3 Data Biaya

Data-data biaya yang dibutuhkan antara lain sbb:

a. Biaya bahan baku

Biaya bahan baku adalah harga beli bahan baku untuk setiap produk. Besarnya harga bahan baku ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Harga Bahan Baku Tiap Produk

Bahan Baku	Harga (Rp/L)	Bahan Baku	Harga (Rp/L)
Produk A	7776	Produk G	7776
Produk B	7776	Produk H	7776
Produk C	7848	Produk I	7776
Produk D	7848	Produk J	7776
Produk E	7848	Produk K	7776
Produk F	7776	-	-

b. Biaya simpan bahan baku

Biaya simpan bahan baku ditetapkan oleh perusahaan sebesar Rp. 137/L/bulan.

c. Biaya Set up

Biaya *set up* muncul ketika terjadi pergantian jenis produk pada mesin Thimonier. Biayanya bervariasi antar tiap jenis produk dikarenakan waktu *set up* tiap produk juga berbeda. Pada Tabel 4.3 adalah waktu *set up* tiap produk.

Tabel 4.3 Waktu Set up Tiap Produk

Jenis Produk	Waktu Set up (jam)	Jenis Produk	Waktu Set up (jam)
Produk A	1	Produk G	1
Produk B	1	Produk H	2
Produk C	1,5	Produk I	1
Produk D	1	Produk J	1
Produk E	1	Produk K	1
Produk F	1	-	-

Biaya *set up* mesin per jam diperoleh dari biaya tenaga kerja per jam. *Set up* mesin dilakukan oleh 1 orang operator. Perincian biaya *set up* mesin per jam ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Biaya *Set up* per Jam

Posisi	Jumlah karyawan	Gaji/Bulan	Total Gaji
Operator	1	Rp. 3.000.000	Rp. 3.000.000
Total biaya tenaga kerja tiap 25 hari			Rp. 3.000.000
Total biaya tenaga kerja per hari (8 jam kerja)			Rp. 120.000
Total biaya tenaga kerja per tiap jam			Rp. 15.000

Biaya *set up* tiap produk merupakan hasil perkalian antara lamanya waktu *set up* mesin tiap produk dengan biaya *set up* per jam. Biaya *set up* tiap produk ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Biaya *Set up* Tiap Produk

Jenis Produk	Biaya <i>Set up</i> (Rp)	Jenis Produk	Biaya <i>Set up</i> (Rp)
Produk A	15.000	Produk G	15.000
Produk B	15.000	Produk H	30.000
Produk C	22.500	Produk I	15.000
Produk D	15.000	Produk J	15.000
Produk E	15.000	Produk K	15.000
Produk F	15.000	-	-

d. Biaya *flushing* jalur

Biaya *flushing* jalur diambil dari besarnya biaya bahan baku yang digunakan untuk *flushing* karena bahan baku bekas *flushing* ini tidak diikuti pada proses produksi. Setiap sekali *flushing* dibutuhkan bahan baku sebesar 60 L. Biaya *flushing* tiap produk minyak goreng dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Biaya *Flushing* Tiap Produk

Jenis Produk	Biaya <i>flushing</i> (Rp)	Jenis Produk	Biaya <i>flushing</i> (Rp)
Produk A	466.546	Produk G	466.546
Produk B	466.546	Produk H	466.546
Produk C	470.890	Produk I	466.546
Produk D	470.890	Produk J	466.546
Produk E	470.890	Produk K	466.546
Produk F	466.546	-	-

e. Biaya Produksi

Biaya produksi tersusun atas biaya pemakaian mesin Thimonier, biaya tenaga kerja langsung, biaya listrik dan biaya penggunaan *air compressor*. Besarnya biaya produksi tiap produk ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Biaya Produksi Tiap Produk

Jenis Produk	Biaya Produksi (Rp/L)	Jenis Produk	Biaya Produksi (Rp/L)
Produk A	625	Produk G	461
Produk B	450	Produk H	1195
Produk C	1064	Produk I	450
Produk D	634	Produk J	625
Produk E	459	Produk K	450
Produk F	625	-	-

f. Biaya kelebihan dan kekurangan produk

Biaya kekurangan atau kelebihan produk diberikan apabila pada akhir proses ternyata ada kekurangan produk atau kelebihan produk dari yang sudah direncanakan sebelumnya. Biaya kekurangan produksi dihitung dari biaya kehilangan keuntungan tiap liter produk akibat permintaan yang tidak terpenuhi, sedangkan biaya kelebihan produksi ditetapkan rata-rata per L adalah sebesar Rp.50,- per L/bulan. Biaya kekurangan produk ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Biaya Kekurangan Produk

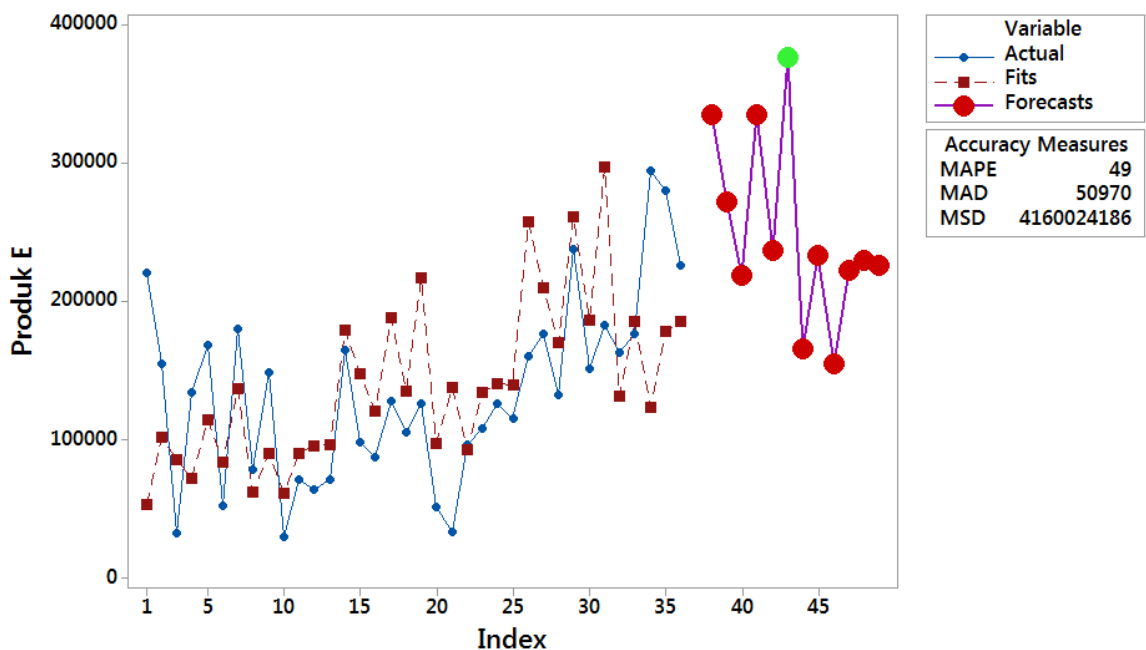
Jenis Produk	Biaya (Rp/L)	Jenis Produk	Biaya (Rp/L)
Produk A	1.395	Produk G	1351
Produk B	1.356	Produk H	1638
Produk C	1.542	Produk I	1353
Produk D	1.403	Produk J	1389
Produk E	1.361	Produk K	1362
Produk F	1406	-	-

g. Biaya simpan produk jadi

Biaya simpan produk jadi ditetapkan oleh perusahaan sebesar Rp. 137/ L/bulan.

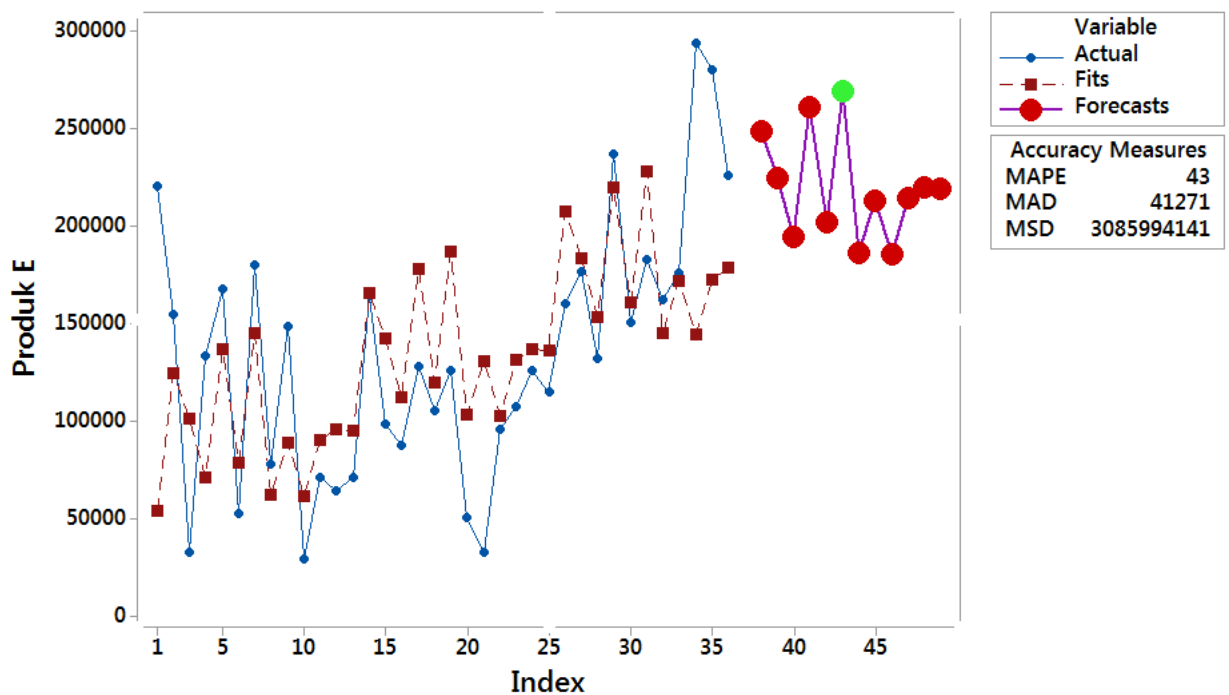
4.2 Peramalan

Peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah permintaan minyak goreng kemasan *standing pouch* untuk bulan Januari–Desember 2016. Permintaan Model peramalan yang digunakan adalah metode dekomposisi. Tipe model dalam metode dekomposisi yang digunakan yaitu multiplikatif dan aditif. Deret berkala hasil peramalan produk E dengan model multiplikatif ditunjukkan pada Gambar 4.1, sedangkan untuk model aditif ditunjukkan pada Gambar 4.2. Hasil peramalan kedua model untuk semua produk selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B.



Gambar 4.1 Plot Peramalan Produk E – Model Multiplikatif

Produk E merupakan salah satu produk premium yang dimiliki oleh PT. XYZ dengan jumlah permintaan yang mengalami tren kenaikan sejak akhir tahun 2014 sampai akhir tahun 2015. Jumlah permintaan produk E adalah paling besar dibandingkan dengan produk lainnya. Pada Gambar 4.1 terlihat jika hasil peramalan produk E, mengalami puncak permintaan di bulan juni atau 1 bulan sebelum idul fitri (diberi tanda warna hijau pada grafik di Gambar 4.1). Hal ini sesuai dengan pola musiman yang terjadi pada data historis permintaan produk E dimana 1-2 bulan sebelum idul fitri terjadi tren kenaikan permintaan.



Gambar 4.2 Plot Peramalan Produk E – Model Aditif

Tabel 4.9 Nilai MSE Hasil Peramalan dengan Metode Dekomposisi

No	Produk	MSE	
		Multiplikatif	Aditif
1	Produk A	9405962	8974977
2	Produk B	1680742	1554507
3	Produk C	560587	501973
4	Produk D	77194620	81429424
5	Produk E	4160024186	3085994141
6	Produk F	94350316	93848962
7	Produk G	1616877176	1589868130
8	Produk H	591131	599045
9	Produk I	54394181	46320792
10	Produk J	7957451	10181039
11	Produk K	70418002	69341072

Hasil dari peramalan produk E dengan metode dekomposisi multiplikatif memiliki nilai MSE atau MSD yang lebih besar dibandingkan dengan metode dekomposisi aditif. Pada Gambar 4.2 terlihat hasil peramalan produk E dengan

metode dekomposisi aditif memiliki nilai MSE 3085994141. Semakin kecil nilai MSE maka hasil peramalan akan mendekati aktual sehingga hasil peramalan dipilih dari nilai MSE yang paling kecil. Oleh karena itu, hasil peramalan produk E yang digunakan sebagai data permintaan untuk proses optimasi adalah data hasil peramalan dengan metode dekomposisi aditif. Nilai MSE untuk hasil peramalan semua jenis produk ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan hasil peramalan permintaan periode 12 bulan kedepan untuk setiap produk ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Peramalan Permintaan Minyak Goreng Kemasan *Standing Pouch* (boks)

Bulan	Hasil Peramalan (boks)										
	Produk A	Produk B	Produk C	Produk D	Produk E	Produk F	Produk G	Produk H	Produk I	Produk J	Produk K
1	7543	3510	1428	28823	249112	42350	116286	3697	29086	17678	43650
2	9322	5508	1482	39064	225306	49004	181209	3707	52696	24335	32003
3	5324	6763	1954	23384	195125	34858	163295	2740	27770	13559	29342
4	8268	4464	2042	34930	261368	47143	203318	2685	39488	20895	29587
5	9257	4732	2668	50442	202781	46910	235567	3474	30022	26016	27856
6	4227	3113	1730	43098	269760	44139	221566	2286	35798	21448	19457
7	3125	3735	827	11619	186654	27847	92202	3124	33615	17335	9009
8	4019	3261	1371	25999	213514	41590	109400	3891	29583	13389	9750
9	10528	3508	1492	31445	185998	47139	154642	3697	27519	32381	12232
10	4398	3343	2295	28350	214561	36007	180827	2819	21255	19838	14218
11	1938	5063	2950	28664	220186	47436	160428	3138	34974	21142	26209
12	4241	4697	1529	30834	219410	48669	192154	2481	38252	26901	16881

Tabel 4.11 Hasil Peramalan Permintaan Minyak Goreng Kemasan *Standing Pouch* (L)

Bulan	Hasil Peramalan (L)										
	Produk A	Produk B	Produk C	Produk D	Produk E	Produk F	Produk G	Produk H	Produk I	Produk J	Produk K
1	90517	42123	17134	345871	2989347	508195	1395433	39928	349034	212131	523799
2	111866	66096	17779	468763	2703673	588048	2174508	40041	632355	292022	384041
3	63893	81155	23442	280611	2341498	418295	1959535	29596	333244	162706	352100
4	99217	53570	24507	419164	3136415	565718	2439817	29000	473858	250742	355045
5	111078	56780	32017	605300	2433375	562924	2826804	37521	360270	312197	334278
6	50719	37359	20766	517170	3237125	529666	2658793	24692	429575	257381	233488
7	37505	44819	9920	139425	2239850	334161	1106424	33735	403381	208014	108105
8	48225	39136	16456	311984	2562163	499081	1312800	42025	355002	160674	116994
9	126339	42100	17899	377338	2231972	565674	1855709	39927	330223	388570	146779
10	52776	40117	27545	340198	2574735	432086	2169925	30445	255055	238050	170612
11	23251	60759	35402	343972	2642234	569227	1925137	33891	419684	253704	314509
12	50896	56363	18351	370013	2632920	584027	2305844	26797	459027	322810	202573

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 5

ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis hasil dan pembahasan dari optimasi yang telah dilakukan dengan perangkat lunak *Lingo 11.0*.

5.1 Hasil Model Optimasi

Berdasarkan hasil *running* model matematis di program *Lingo* diperoleh keuntungan maksimal sebesar Rp. 173.128.300.000,- dengan total produksi selama 12 bulan perencanaan adalah 80.493.372 L.

5.1.1 Variabel Keputusan X_{pqr}

Jumlah setiap produk yang harus diproduksi setiap bulan pada tiap mesin (X_{pqr}) dapat dilihat pada Tabel 5.1 untuk satuan liter dan Tabel 5.2 untuk satuan boks. Semua permintaan hasil peramalan dapat dipenuhi dengan model matematis pada optimasi ini.

5.1.2 Variabel Keputusan SU_{pqr} dan FL_{pqr}

Set up mesin (SU_{pqr}) dan *flushing* jalur (FL_{pqr}) dilakukan bersamaan setiap pergantian jenis produk sehingga nilai variabel *set up* mesin dan *flushing* jalur yang diperoleh dari hasil optimasinya adalah sama, seperti yang terlihat pada Tabel 5.3. Jika variabel keputusan *set up* mesin dan *flushing* jalur bernilai 1 berarti produk p jika dijalankan pada mesin q dibulan r maka perlu dilakukan *set up* mesin dan *flushing* jalur, sedangkan jika variabel keputusan tersebut bernilai 0 maka tidak perlu dilakukan *set up* mesin dan *flushing* jalur.

5.1.3 Variabel Keputusan IR_{pr}

Dengan diketahui jumlah produk yang harus diproduksi tiap bulannya, maka dapat ditetapkan jumlah persediaan bahan baku tiap bulannya (IR_{pr}). Inventori bahan baku tiap produk per bulannya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.2 Hasil Optimasi untuk Variabel Keputusan X_{pqr} (boks)

No	Produk	Bulan																							
		1						2						3						4					
		Mesin						Mesin						Mesin						Mesin					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Produk A	0	0	0	7543	0	0	0	0	0	9322	0	0	0	5324	0	0	0	0	0	8268	0	0	0	0
2	Produk B	0	0	3510	0	0	0	0	0	0	0	5508	6763	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4464	0
3	Produk C	0	0	0	0	0	1428	0	0	0	0	0	1482	1954	0	0	0	0	0	0	0	2042	0	0	0
4	Produk D	0	0	0	0	0	28823	0	0	39064	0	0	0	23384	0	0	0	0	0	0	0	34930	0	0	0
5	Produk E	0	0	32083	217029	0	0	8277	0	0	217029	0	0	0	0	0	0	0	195125	0	0	44339	0	217029	0
6	Produk F	42350	0	0	0	0	0	49004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34858	0	0	0	0	47143	0	0
7	Produk G	0	0	0	116286	0	0	0	0	181209	0	0	0	0	163235	0	0	0	0	203318	0	0	0	0	0
8	Produk H	0	0	36937	0	0	0	0	0	3708	0	0	0	0	0	0	2740	0	0	0	0	2665	0	0	0
9	Produk I	0	0	23086	0	0	0	0	0	52696	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39488	0	0	0	0
10	Produk J	0	0	17678	0	0	0	0	0	0	0	24335	0	0	0	0	13559	0	0	0	0	20895	0	0	0
11	Produk K	0	0	0	43650	0	0	0	0	32003	0	0	0	0	0	29342	0	0	0	0	0	0	0	23567	0

Tabel 5.2 Hasil Optimasi untuk Variabel Keputusan X_{pqr} (boks) - Lanjutan

No	Produk	Bulan																							
		5						6						7						8					
		Mesin						Mesin						Mesin						Mesin					
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
1	Produk A	0	0	0	0	3257	0	0	0	0	4227	0	0	0	3125	0	0	0	0	4019	0	0	0	0	
2	Produk B	4732	0	0	0	0	0	0	0	3113	0	0	0	0	0	0	3735	0	0	0	3261	0	0	0	
3	Produk C	2668	0	0	0	0	1731	0	0	0	0	827	0	0	0	0	0	0	0	1371	0	0	0	0	
4	Produk D	0	0	0	0	50442	0	0	0	43098	0	0	0	11619	0	0	0	0	0	0	0	25999	0	0	
5	Produk E	0	202781	0	0	0	217029	0	0	0	52732	0	0	0	186654	0	0	0	0	0	213514	0	0	0	
6	Produk F	0	0	0	46910	0	0	44139	0	0	0	0	27847	0	0	0	0	0	0	0	0	41590	0	0	
7	Produk G	18538	0	0	0	0	217029	0	0	4537	0	0	217029	0	0	92202	0	0	0	109400	0	0	0	0	
8	Produk H	0	3474	0	0	0	2286	0	0	0	0	0	3124	0	0	0	0	0	3891	0	0	0	0	0	
9	Produk I	0	0	0	0	30023	0	0	0	35738	0	0	0	33615	0	0	0	0	0	0	29584	0	0	0	
10	Produk J	0	0	26016	0	0	0	21448	0	0	0	0	0	0	17335	0	0	0	0	13390	0	0	0	0	
11	Produk K	0	0	0	0	27857	0	0	0	19454	0	0	0	0	0	0	9009	0	9750	0	0	0	0	0	

Tabel 5.2 Hasil Optimasi untuk Variabel Keputusan X_{pqr} (boks) - Lanjutan

No	Produk	Bulan																							
		9						10						11						12					
		Mesin						Mesin						Mesin						Mesin					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Produk A	0	0	0	0	10528	0	0	0	0	3343	0	0	0	5063	0	0	0	0	0	4665	0	0	0	0
2	Produk B	0	0	0	0	3508	0	0	3343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5167	0	0
3	Produk C	0	0	1492	0	0	0	0	2295	0	0	0	0	0	2350	0	0	0	0	0	0	0	1682	0	0
4	Produk D	0	0	0	31445	0	0	0	0	0	0	28350	0	0	0	0	28664	0	0	0	0	33918	0	0	0
5	Produk E	0	0	0	0	185938	0	0	214561	0	0	0	3157	0	217029	0	0	0	24322	0	0	217029	0	0	0
6	Produk F	0	47140	0	0	0	0	0	36007	0	0	0	47436	0	0	0	0	0	0	0	53536	0	0	0	0
7	Produk G	154642	0	0	0	0	0	180827	0	0	2819	0	0	0	0	3138	0	0	0	0	21189	0	0	0	0
8	Produk H	0	0	0	0	3697	0	0	0	0	21255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2729	0	0	0
9	Produk I	0	0	0	0	27519	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34974	0	0	42077	0	0	0	0
10	Produk J	0	0	32381	0	0	0	0	19838	0	0	0	0	0	0	21142	0	0	0	0	29591	0	0	0	0
11	Produk K	0	0	12232	0	0	0	0	0	0	14218	0	0	0	26209	0	0	0	0	0	0	18569	0	0	0

Tabel 5.3 Hasil Optimasi untuk Variabel Keputusan *SLpqr* dan *FLpqr*

No	Produk	Bulan											
		1				2				3			
		Mesin				Mesin				Mesin			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Produk A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Produk B	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	Produk C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Produk D	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
5	Produk E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Produk F	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
7	Produk G	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
8	Produk H	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	Produk I	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	Produk J	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	Produk K	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabel 5.3 Hasil Optimasi untuk Variabel Keputusan *SLpqr* dan *FLpqr* - Lanjutan

No	Produk	Bulan											
		5				6				7			
		Mesin				Mesin				Mesin			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Produk A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
2	Produk B	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
3	Produk C	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	Produk D	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
5	Produk E	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6	Produk F	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
7	Produk G	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	Produk H	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
9	Produk I	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	Produk J	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
11	Produk K	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Tabel 5.3 Hasil Optimasi untuk Variabel Keputusan *SLpqr* dan *FLpqr* - Lanjutan

No	Produk	Bulan											
		9				10				11			
		Mesin				Mesin				Mesin			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Produk A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
2	Produk B	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3	Produk C	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
4	Produk D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Produk E	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
6	Produk F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
7	Produk G	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	Produk H	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
9	Produk I	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
10	Produk J	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
11	Produk K	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0

Tabel 5.4 Hasil Optimalisasi untuk Variabel Keputusan M_{jpr} (L)

No	Produk	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Produk A	16054	14276	13251	12635	12254	12014	11861	11763	11700	11659	11633	12778
2	Produk B	7927	7937	7947	7958	7968	7978	7989	7999	8009	8020	8030	8845
3	Produk C	4474	4029	2650	1730	1661	2445	3818	4505	3623	2284	1625	1998
4	Produk D	51767	51789	51810	51831	51853	51874	51896	51917	51938	51960	51981	57204
5	Produk E	433779	415616	398213	381539	365563	350256	335590	321538	308074	295174	282814	298070
6	Produk F	65337	81387	81387	81387	81387	81387	81387	81387	81387	81387	81387	89527
7	Produk G	221558	197031	188740	185864	184857	184503	184378	184335	184319	184314	184312	202743
8	Produk H	6849	6621	6463	6355	6280	6228	6192	6168	6151	6139	6131	6739
9	Produk I	36285	35848	38994	42907	44763	43760	41333	39483	39239	40339	41735	46669
10	Produk J	31029	33815	36103	37888	39191	40049	40513	40638	40481	40095	39533	42725
11	Produk K	36898	42903	41554	43152	43603	44516	45257	46076	46874	47690	48508	54270

Tabel 5.5 Hasil Optimalisasi untuk Variabel Keputusan O_{jpr} (L)

No	Produk	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Produk A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6975
2	Produk B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4829
3	Produk C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1095
4	Produk D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31207
5	Produk E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162589
6	Produk F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48838
7	Produk G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110592
8	Produk H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3680
9	Produk I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25461
10	Produk J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23309
11	Produk K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29607

5.1.4 Variabel Keputusan S_{pr}

Jumlah kekurangan produk (S_{pr}) maksimal yang diijinkan oleh manajemen PT. XYZ adalah sebesar 5% dari permintaan. Hasil dari optimasi menunjukkan bahwa variabel keputusan S_{pr} bernilai 0 untuk semua produk di setiap bulannya untuk 12 bulan periode perencanaan produksi. Hal ini berarti semua permintaan dapat terpenuhi.

5.1.5 Variabel Keputusan O_{pr}

Jumlah kelebihan produk (O_{pr}) maksimal yang diijinkan oleh manajemen PT. XYZ adalah sebesar 10% dari permintaan. Hasil dari optimasi menunjukkan pada bulan ke-12 untuk semua produk terdapat kelebihan produk seperti yang terlihat pada Tabel 5.5. Kelebihan ini adalah efek adanya fungsi pembatas maksimal kelebihan produk 10% karena jika dilihat jumlahnya tiap produk adalah 10% dari jumlah hasil peramalan permintaan tiap produk untuk periode bulan ke-12. Hal ini berarti kelebihan produk tersebut harus disimpan di gudang terlebih dahulu sebelum proses pengiriman ke konsumen.

5.2 Analisis Sensitivitas

Berdasarkan model yang telah dibuat dan hasil optimasi yang didapat, dilakukan analisis sensitivitas atau kepekaan terhadap perubahan satu atau lebih dari parameter-parameter yang mempengaruhi keuntungan pada produksi minyak goreng kemasan *standing pouch* di PT. XYZ. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui keandalan sistem/model yang telah dibuat terhadap perubahan-perubahan pembatasnya.

5.2.1 Perubahan Jumlah Permintaan

Pada uji sensitivitas dengan parameter permintaan dilakukan perubahan dengan menaikkan dan menurunkan jumlah permintaan yang berkisar dari 0-20%. Hasil analisis sensitivitas untuk parameter perubahan jumlah permintaan ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Pengaruh Perubahan Jumlah Permintaan terhadap Keuntungan

Perubahan Permintaan	Keuntungan		Perubahan Keuntungan		Perubahan Keuntungan (%)
20%	Rp.	207.763.100.000,00	Rp.	34.634.800.000,00	20,01
15%	Rp.	199.104.800.000,00	Rp.	25.976.500.000,00	15,00
10%	Rp.	190.445.500.000,00	Rp.	17.317.200.000,00	10,00
5%	Rp.	181.786.700.000,00	Rp.	8.658.400.000,00	5,00
0%	Rp.	173.128.300.000,00	Rp.	-	-

Pada Tabel 5.6 diatas dapat diketahui jika prosentase besarnya perubahan keuntungan yang diperoleh hampir sama dengan prosentase perubahan permintaan. Dari uji sensitivitas dengan menaikkan jumlah permintaan sebesar 20%, permintaan masih dapat terpenuhi terbukti tidak ada kekurangan produk pada hasil optimasi.

5.2.2 Perubahan Harga Bahan Baku

Pada uji sensitivitas dengan parameter harga bahan baku dilakukan perubahan dengan menaikkan dan menurunkan harga bahan baku yang berkisar dari 0-20%. Pada Tabel 5.7 adalah hasil uji sensitivitas untuk parameter perubahan harga bahan baku. Tabel 5.7 menunjukkan jika semakin murah bahan baku, kuntungan yang diperoleh semakin besar, sedangkan keuntungan terkecil diperoleh ketika terjadi kenaikan harga bahan baku sebesar 27%. Kenaikan harga bahan baku diatas 27% mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian. Dengan hasil sensitivitas perubahan harga bahan baku ini, diharapkan perusahaan mengetahui kapan bisa menaikkan harga penjualan agar tidak mengalami kerugian.

Tabel 5.7 Pengaruh Perubahan Harga Bahan Baku terhadap Keuntungan

Perubahan Harga Bahan Baku	Keuntungan		Perubahan Keuntungan		Perubahan Keuntungan (%)
30%	Rp.	-9.247.256.000,00	Rp.	-182.375.556.000,00	-105,34
28%	Rp.	-1.454.533.000,00	Rp.	-174.582.833.000,00	-100,84
27%	Rp.	3.502.614.000,00	Rp.	-169.625.686.000,00	-97,98
20%	Rp.	47.408.920.000,00	Rp.	-125.719.380.000,00	-72,62
15%	Rp.	78.868.090.000,00	Rp.	-94.260.210.000,00	-54,45
10%	Rp.	110.246.800.000,00	Rp.	-62.881.500.000,00	-36,32
5%	Rp.	141.705.900.000,00	Rp.	-31.422.400.000,00	-18,15
0%	Rp.	173.128.300.000,00	Rp.	-	-
-5%	Rp.	204.550.700.000,00	Rp.	31.422.400.000,00	18,15
-10%	Rp.	236.009.800.000,00	Rp.	62.881.500.000,00	36,32
-15%	Rp.	267.388.500.000,00	Rp.	94.260.200.000,00	54,45
-20%	Rp.	298.847.700.000,00	Rp.	125.719.400.000,00	72,62

5.2.3 Perubahan Biaya Produksi

Pada uji sensitivitas dengan parameter biaya produksi dilakukan perubahan dengan menaikkan biaya produksi berkisar 0-20%. Hasil uji sensitivitas ini ditunjukkan pada Tabel 5.8. Kenaikan biaya produksi sebesar 20%, mengakibatkan keuntungan turun 4,61%.

Tabel 5.8 Pengaruh Perubahan Biaya Produksi terhadap Keuntungan

Perubahan Biaya Produksi	Keuntungan		Perubahan Keuntungan		Perubahan Keuntungan (%)
20%	Rp.	165.152.900.000,00	Rp.	-7.975.400.000,00	-4,61
15%	Rp.	167.141.000.000,00	Rp.	-5.987.300.000,00	-3,46
10%	Rp.	169.137.700.000,00	Rp.	-3.990.600.000,00	-2,30
5%	Rp.	171.131.400.000,00	Rp.	-1.996.900.000,00	-1,15
0%	Rp.	173.128.300.000,00	Rp.	-	-

5.2.4 Perubahan Fungsi Pembatas Kelebihan dan Kekurangan Produk

Pada uji sensitivitas ini dilakukan dengan mengubah fungsi pembatas untuk kelebihan dan kekurangan produk. Pada model optimasi utama digunakan batasan maksimal kelebihan produk 10% dan kekurangan produk maksimal 5%.

Simulasi perubahan untuk kelebihan dan kekurangan produk sekitar 0-20%. Hasil dari uji sensitivitas untuk fungsi pembatas kelebihan dan kekurangan produk ditunjukkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Pengaruh Perubahan Fungsi Pembatas Kelebihan dan Kekurangan Produk terhadap Keuntungan

Produk		Keuntungan		Perubahan Keuntungan		Perubahan Keuntungan (%)
(+)	(-)					
$\leq 10\%$	$\leq 5\%$	Rp.	173.128.300.000,00	Rp.	-	-
$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	Rp.	172.438.100.000,00	Rp.	-690.200.000,00	-0,40
$\leq 5\%$	0%	Rp.	172.438.100.000,00	Rp.	-690.200.000,00	-0,40
0%	$\leq 5\%$	Rp.	171.747.900.000,00	Rp.	-1.380.400.000,00	-0,80
0%	0%	Rp.	171.747.900.000,00	Rp.	-1.380.400.000,00	-0,80
$\leq 10\%$	$\leq 10\%$	Rp.	173.128.300.000,00	Rp.	-	0,00
$\leq 20\%$	$\leq 5\%$	Rp.	174.508.300.000,00	Rp.	1.380.000.000,00	0,80
$\leq 20\%$	$\leq 10\%$	Rp.	174.508.300.000,00	Rp.	1.380.000.000,00	0,80

Pada Tabel 5.9 diatas terlihat jika ditetapkan tidak ada kelebihan dan kekurangan produk, maka keuntungan perusahaan akan berkurang sebesar 0,80%. Pada beberapa simulasi dengan beberapa kombinasi batasan kelebihan dan kekurangan produk diatas pada perangkat lunak *Lingo 11.0* tidak dihasilkan kekurangan produk atau variabel keputusan S_{pr} bernilai 0 untuk semua produk disetiap bulan. Pembatasan jumlah kekurangan produk tidak memiliki pengaruh terhadap perubahan keuntungan. Hal ini seperti yang ada pada Tabel 5.9 diatas, untuk batas kelebihan produk yang sama namun batasan kekurangan produk berbeda, menghasilkan total keuntungan yang sama.

5.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil optimasi dengan perangkat *Lingo 11.0* diperoleh keuntungan maksimal sebesar Rp. 173.128.300.000,-. Keuntungan ini meningkat 87,18% dari keuntungan tahun lalu. Hal ini seperti yang telah dijelaskan pada sub bab variabel keputusan X_{pqr} dan S_{pr} bahwa total jumlah permintaan mengalami peningkatan dan semuanya dapat terpenuhi. Penggunaan mesin juga berdasarkan permintaan yang ada. Semakin banyak jumlah permintaan produk, maka mesin

akan dijalankan semua. Pada Tabel 5.2 ditunjukkan bahwa pada bulan ketiga semua mesin dijalankan untuk memenuhi permintaan, sedangkan pada bulan pertama dan kedua mesin 5 *standby*. Jumlah permintaan bulan kedua hanya sebanyak 5.068.419 liter atau lebih kecil dibandingkan dengan total permintaan pada bulan pertama yang mencapai 5.472.378 liter. Sebagai catatan tambahan, kecepatan pengisian setiap produk berbeda-beda, semakin kecil volume produk maka semakin rendah kecepatan pengisiannya. Hal ini berpengaruh pada penggunaan mesin, semakin cepat proses pengisian, semakin cepat pula produk selesai diproduksi dan mesin bisa digunakan untuk memproduksi produk yang lainnya. Kondisi ini terlihat pada Tabel 5.1, satu mesin pada bulan yang sama, digunakan untuk memproduksi produk yang berbeda seperti pada bulan pertama, mesin 3 dan 4 dapat memproduksi beberapa macam produk. Ketika hal ini terjadi maka tentunya diikuti dengan variabel *set up* mesin dan *flushing* jalur.

Berdasarkan analisis sensitivitas yang sudah dilakukan diketahui jika perubahan harga bahan baku memiliki porsi yang besar terhadap perubahan keuntungan yang diperoleh perusahaan. Kenaikan harga bahan baku maksimal 27% agar perusahaan tetap memperoleh keuntungan. Apabila kenaikan harga bahan baku lebih dari 27% maka perusahaan akan mengalami kerugian jika tidak menaikkan harga jual produk. Keuntungan dapat lebih dimaksimalkan lagi dengan cara:

- a. Bagian marketing lebih giat lagi mencari pelanggan baru agar jumlah permintaan meningkat.
- b. Bagian purchasing lebih banyak mencari pemasok yang memiliki harga kompetitif tanpa mengesampingkan kualitas.

Permintaan meningkat dan harga bahan baku kompetitif dengan asumsi tidak ada kerusakan mesin dan masalah karyawan, maka keuntungan dapat lebih maksimal.

LAMPIRAN A

DATA PERMINTAAN PRODUK MINYAK GORENG

A1. Data Permintaan Produk Minyak Goreng Kemasan *Standing Pouch* di PT. XYZ dari Januari-Desember 2013

Bulan	Produk A (boks)	Produk B (boks)	Produk C (boks)	Produk D (boks)	Produk E (boks)	Produk F (boks)	Produk G (boks)	Produk H (boks)	Produk I (boks)	Produk J (boks)	Produk K (boks)
Jan-13	15262	4695	750	39882	221038	58944	124744	1904	17901	12835	6449
Feb-13	4109	4357	788	14388	155004	33527	35306	5866	4718	4065	17908
Mar-13	3749	2361	2023	20886	33053	20763	75231	4135	16265	9243	28530
Apr-13	8344	3752	1906	19806	133988	55866	95705	3810	21210	8483	25040
May-13	7462	6428	550	24435	168131	50934	55632	1702	21263	6009	21998
Jun-13	5373	5411	823	7273	52877	18874	30615	3475	20653	3399	19556
Jul-13	6353	2344	2412	37286	180452	50012	109295	3071	23094	11472	19532
Aug-13	3470	2307	570	14726	78227	30645	64349	3870	15739	8685	11073
Sep-13	4686	2167	1735	29995	149082	43304	59777	3862	19618	4694	8532
Oct-13	15264	2046	980	26856	29942	40202	53943	2514	4195	14263	8136
Nov-13	4084	3000	2859	24119	71464	44003	95385	3194	6994	8548	7103
Dec-13	3240	3857	1949	20156	64452	51105	64872	3257	20865	9258	22148

A2. Data Permintaan Produk Minyak Goreng Kemasan Standing Pouch di PT. XYZ dari Januari-Desember 2014

Bulan	Produk A (boks)	Produk B (boks)	Produk C (boks)	Produk D (boks)	Produk E (boks)	Produk F (boks)	Produk G (boks)	Produk H (boks)	Produk I (boks)	Produk J (boks)	Produk K (boks)
Jan-14	8427	3675	643	31448	71454	44125	64484	1821	16244	11664	8659
Feb-14	5268	2347	359	29911	164574	45554	88526	4176	15382	11773	49209
Mar-14	12216	4950	1570	43182	98736	48482	147383	4705	39565	12787	47890
Apr-14	8163	7032	2012	27787	87733	36334	108816	3531	18590	10219	38588
May-14	9599	4152	1990	27944	128366	50872	134447	1957	42239	16765	43570
Jun-14	7854	6180	2622	36527	105867	41910	113371	3774	19647	19310	31847
Jul-14	3791	2505	427	32212	126159	34245	99310	2032	21183	9623	17308
Aug-14	4320	3672	560	3378	51121	20584	14856	3108	24750	9064	6032
Sep-14	5454	2890	500	12285	33335	36446	40785	4797	14112	10701	9999
Oct-14	7961	3642	1438	24180	96499	50520	88867	5691	25747	21499	14272
Nov-14	6791	2284	1194	21915	108057	22809	70673	3021	9377	13550	18466
Dec-14	3091	4600	3512	27986	126426	39228	88036	3810	22105	14961	26990

A.3. Data Permintaan Produk Minyak Goreng Kemasan *Standing Pouch* di PT. XYZ dari Januari-Desember 2015

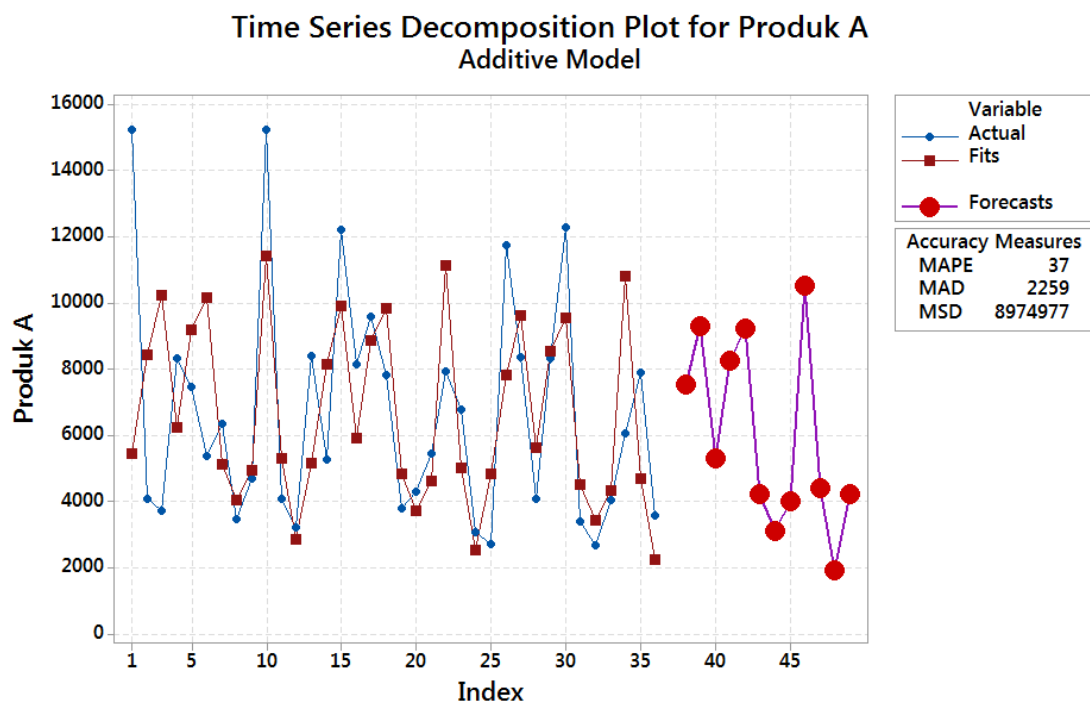
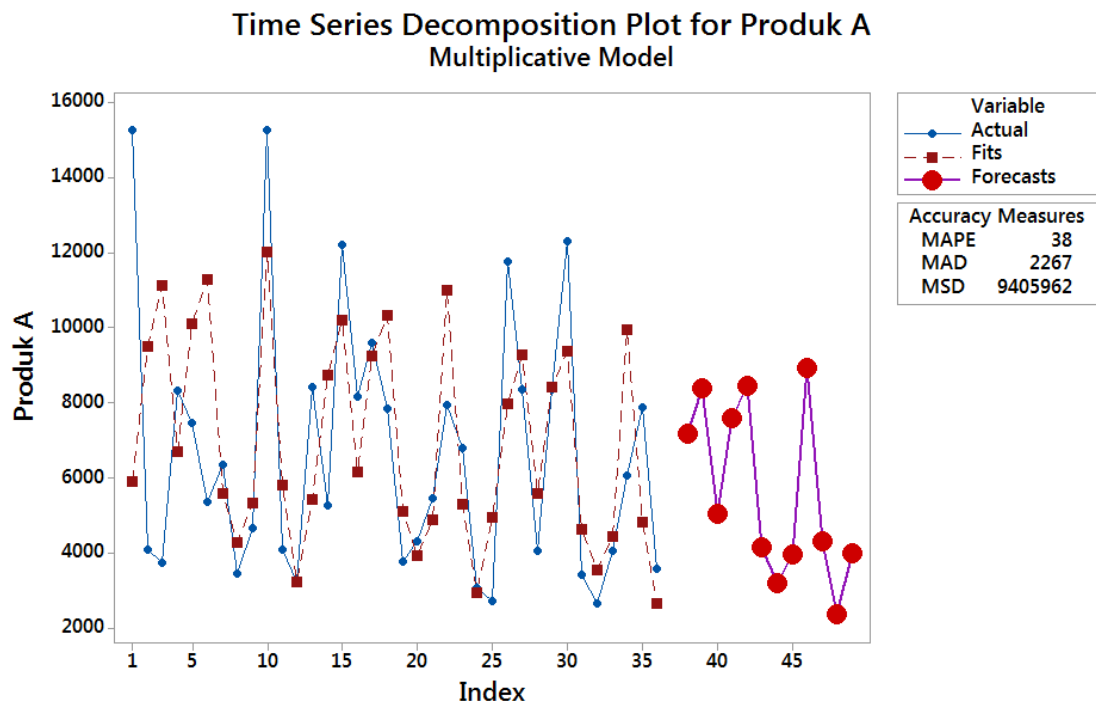
Bulan	Produk A (boks)	Produk B (boks)	Produk C (boks)	Produk D (boks)	Produk E (boks)	Produk F (boks)	Produk G (boks)	Produk H (boks)	Produk I (boks)	Produk J (boks)	Produk K (boks)
Jan-15	2729	3892	2021	23091	115199	49139	124672	3830	32727	19621	21188
Feb-15	11773	3349	2404	24351	160830	35939	48921	3755	26171	12233	35974
Mar-15	8375	4875	1308	29541	176833	46435	62875	3207	48526	21235	14040
Apr-15	4074	5432	1763	14880	132748	30407	89517	2424	19563	8359	18350
May-15	8352	3892	1870	37381	237442	40163	118026	3834	20293	12475	14131
Jun-15	12298	2435	2392	57558	151337	48843	203513	3733	23897	18067	22399
Jul-15	3421	2451	2441	36964	183051	34445	135783	1972	28915	13634	6362
Aug-15	2678	4293	2037	24206	162730	31196	54318	3851	25314	14047	13387
Sep-15	4055	4293	970	21332	176436	48776	203888	3892	16082	9845	12089
Oct-15	6059	3923	1142	33981	294378	40778	148497	2937	28078	33000	17444
Nov-15	7900	6289	1002	26287	280409	40047	234562	2104	28165	19638	9239
Dec-15	3574	2337	1985	16148	226373	62729	149550	2941	20746	17954	25071

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN B

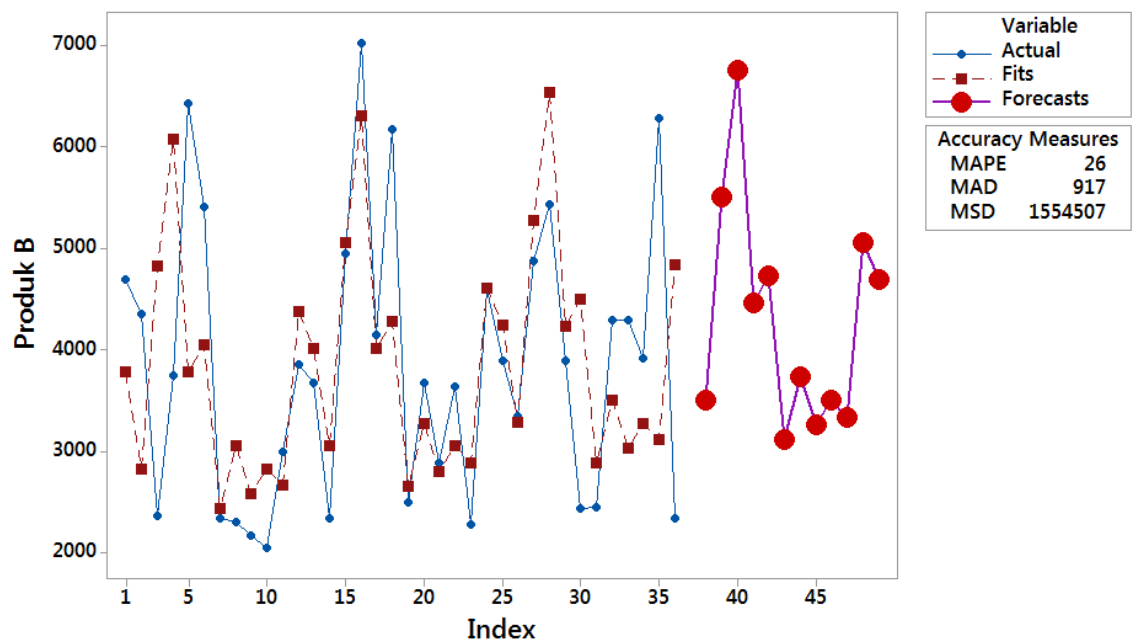
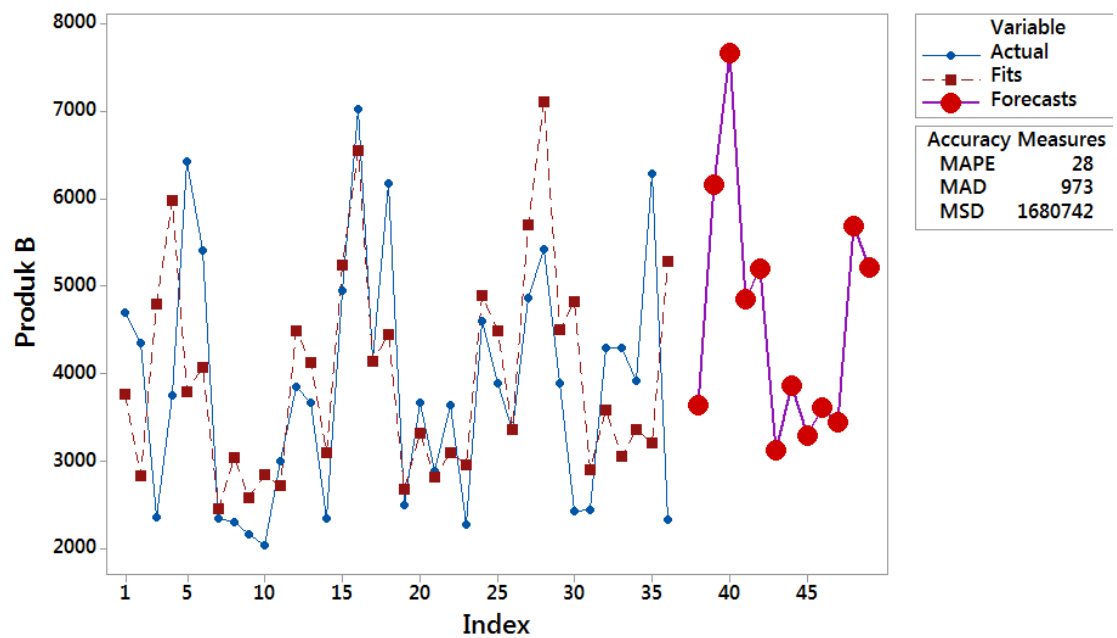
PLOT DEKOMPOSISI DERET BERKALA

B1. Plot Dekomposisi Berkala Produk A

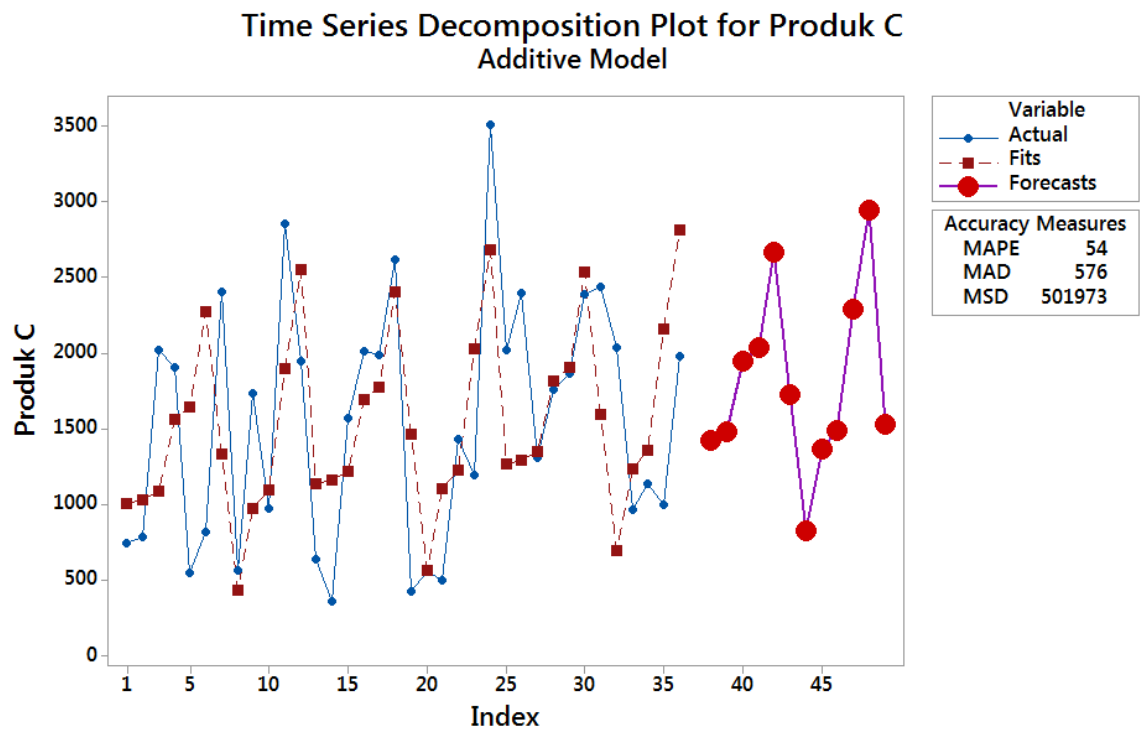
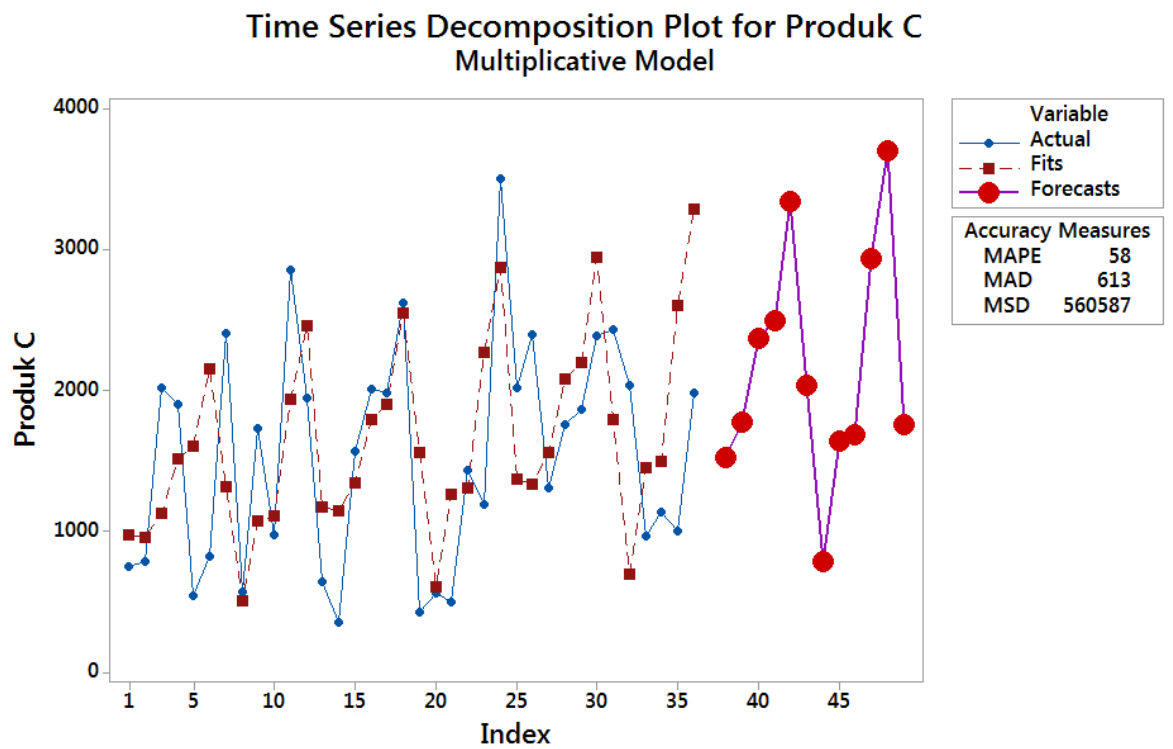


B2. Plot Dekomposisi Berkala Produk B

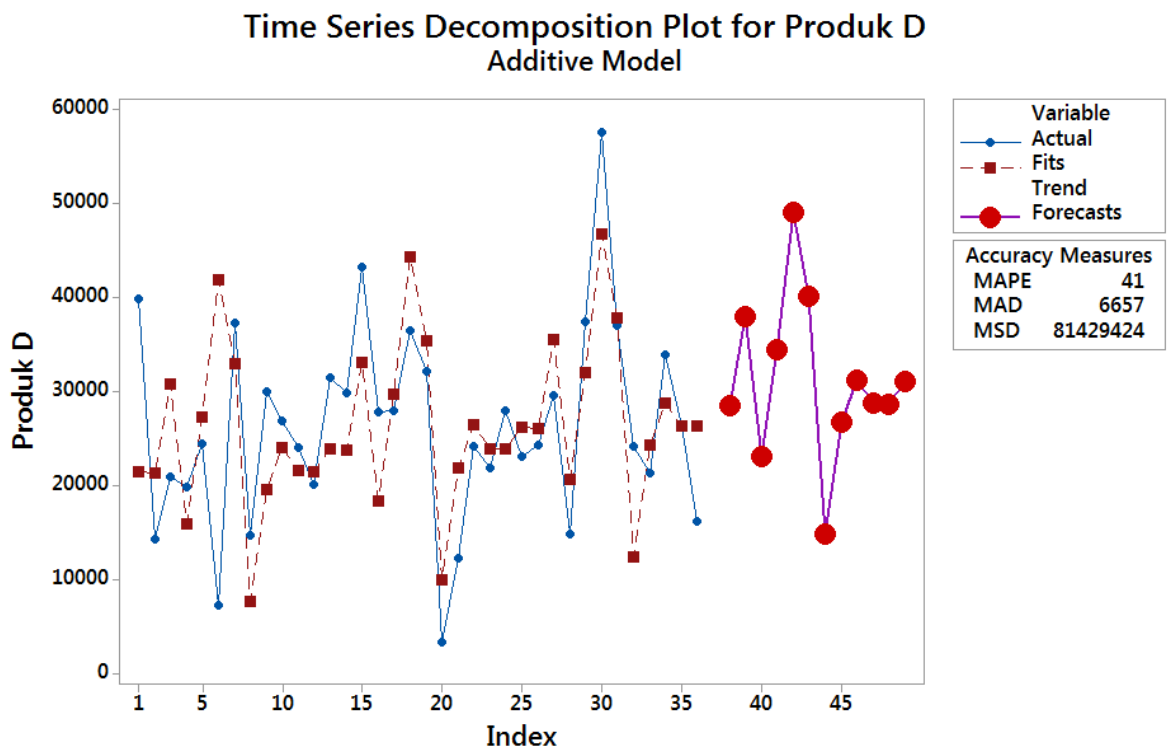
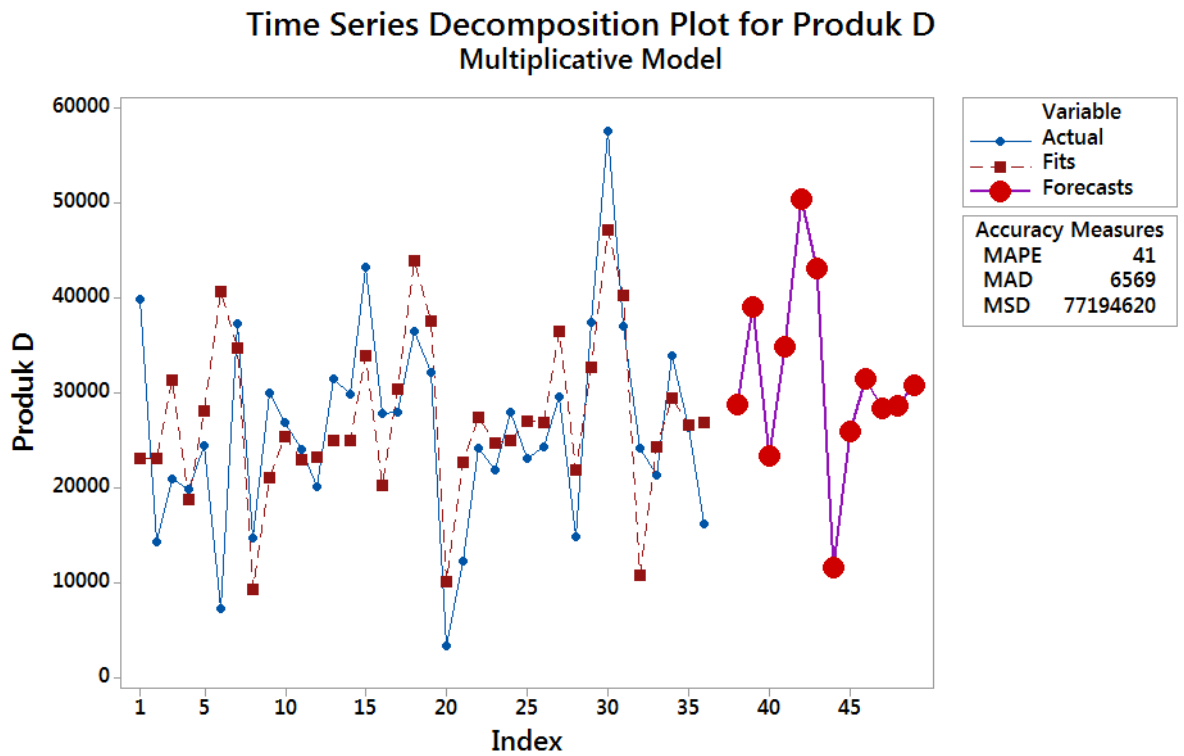
Time Series Decomposition Plot for Produk B
Multiplicative Model



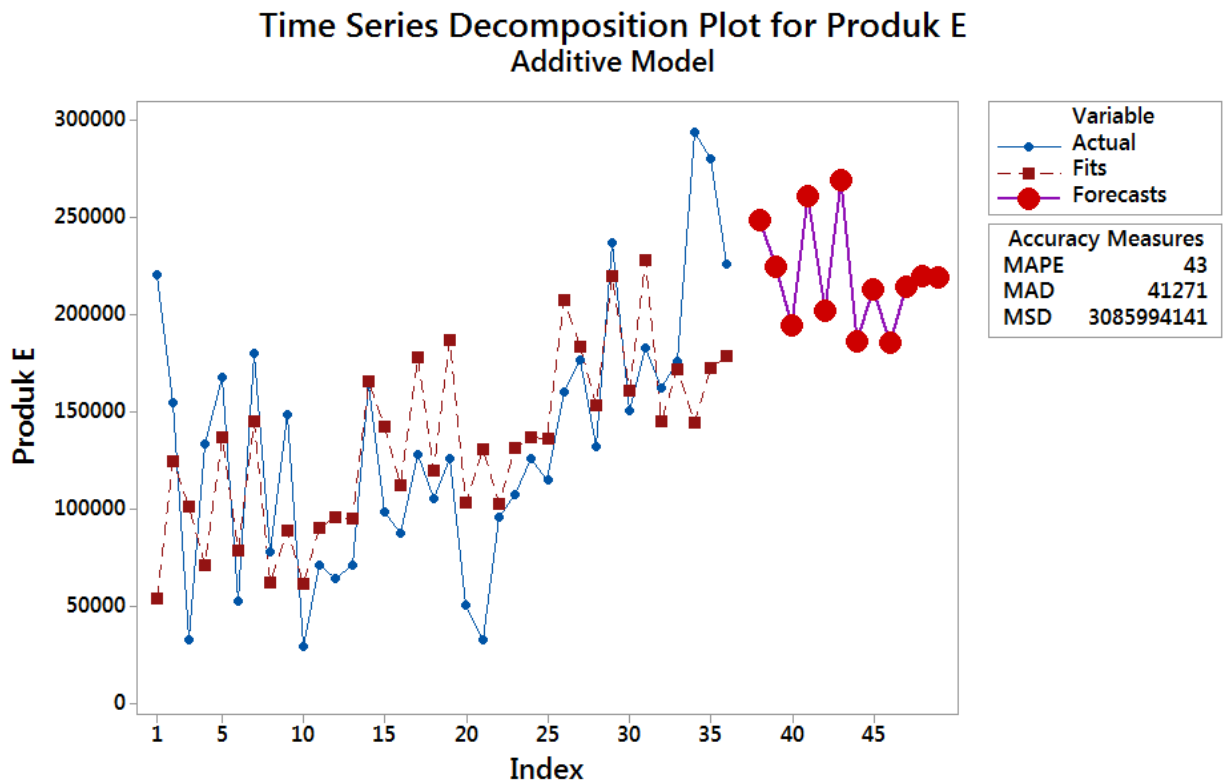
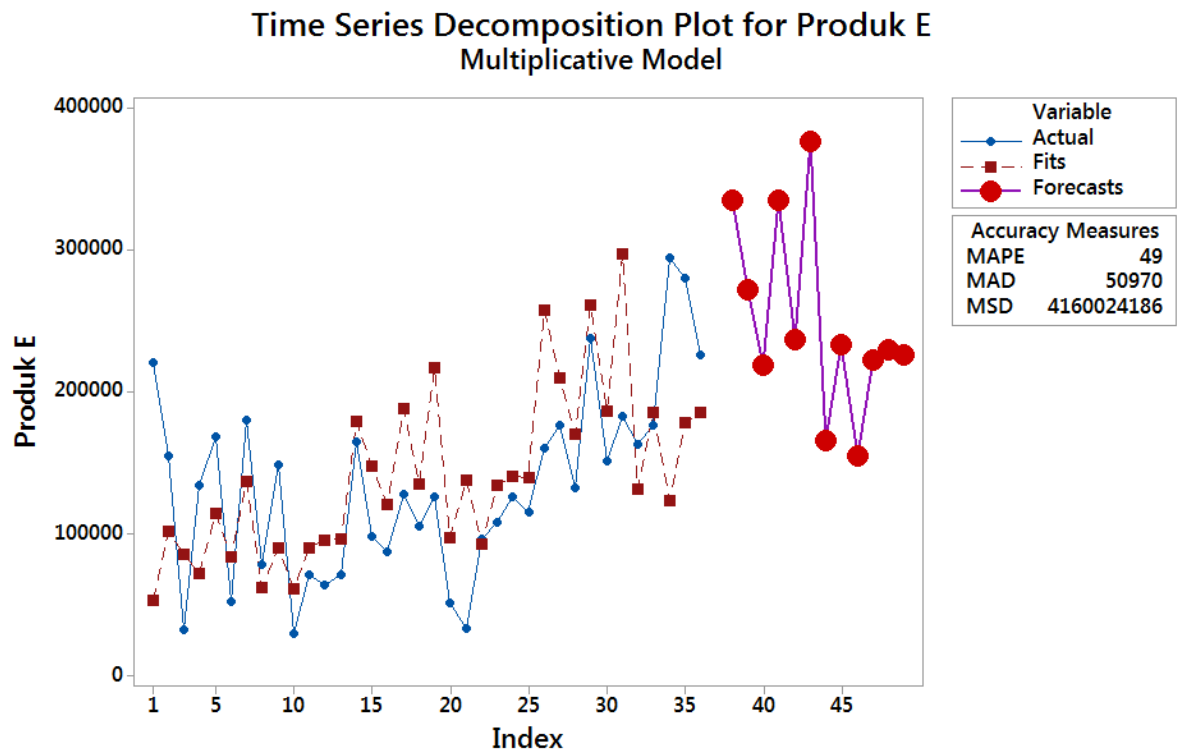
B3. Plot Dekomposisi Berkala Produk C



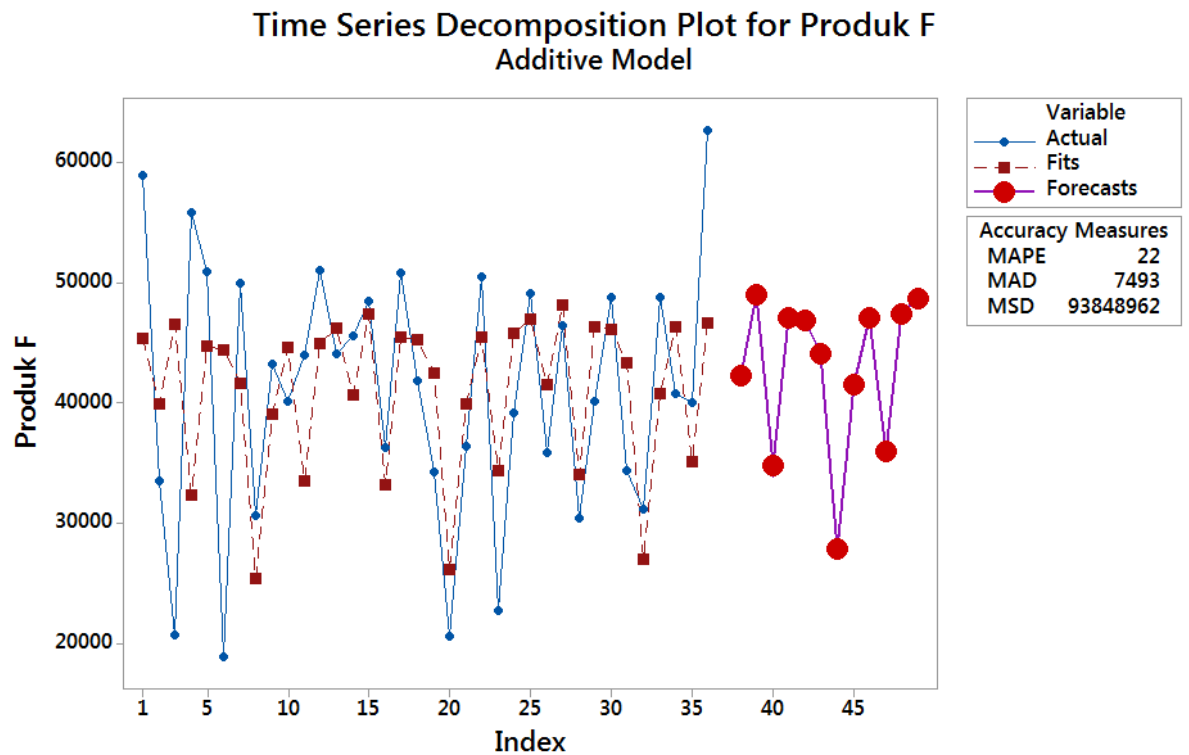
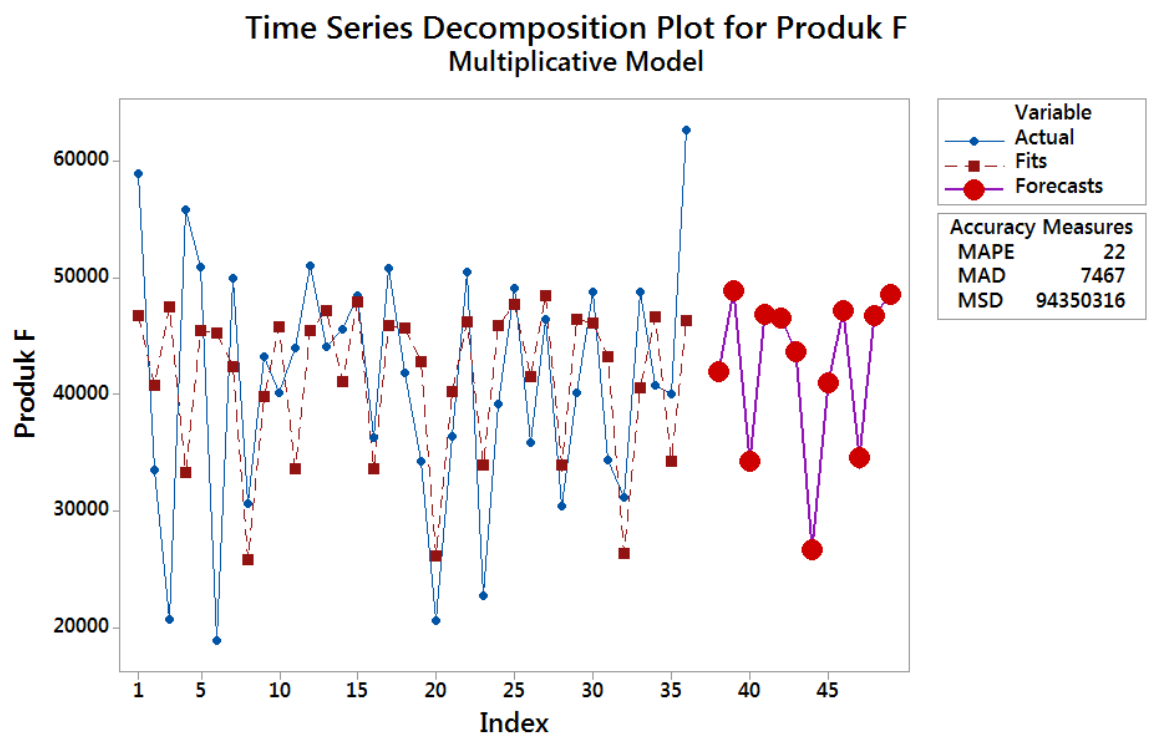
B4. Plot Dekomposisi Berkala Produk D



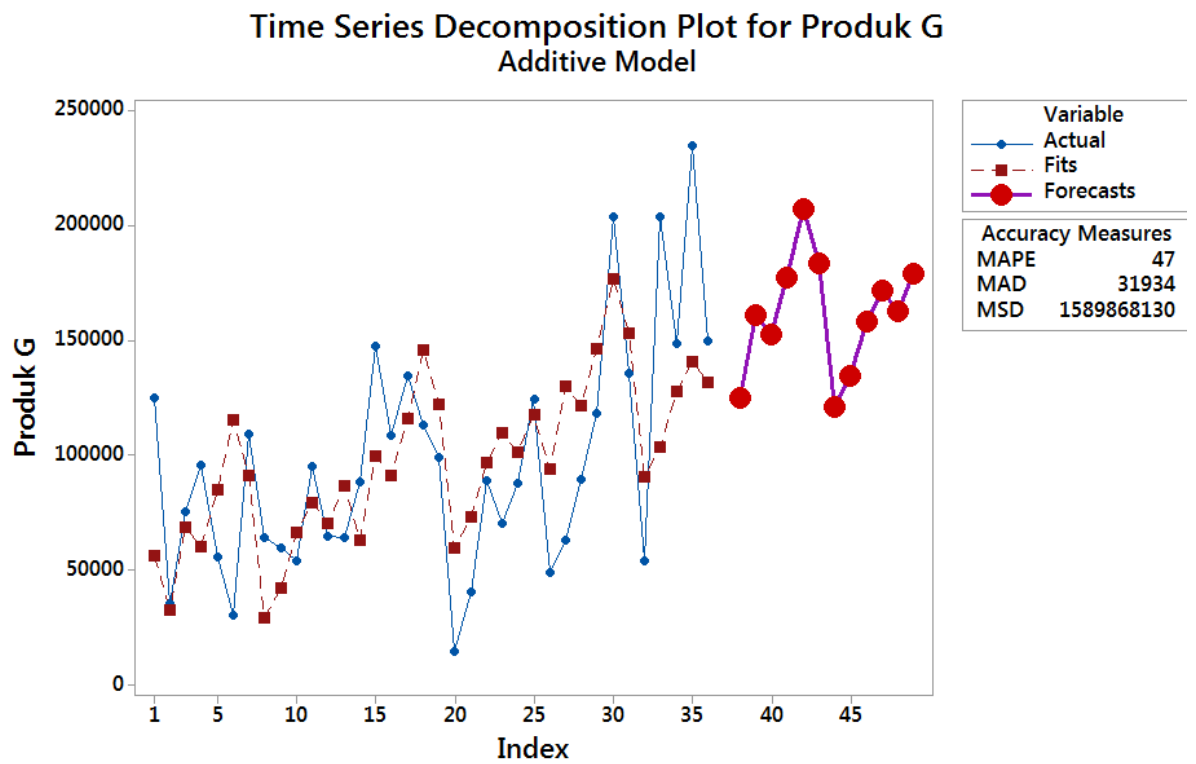
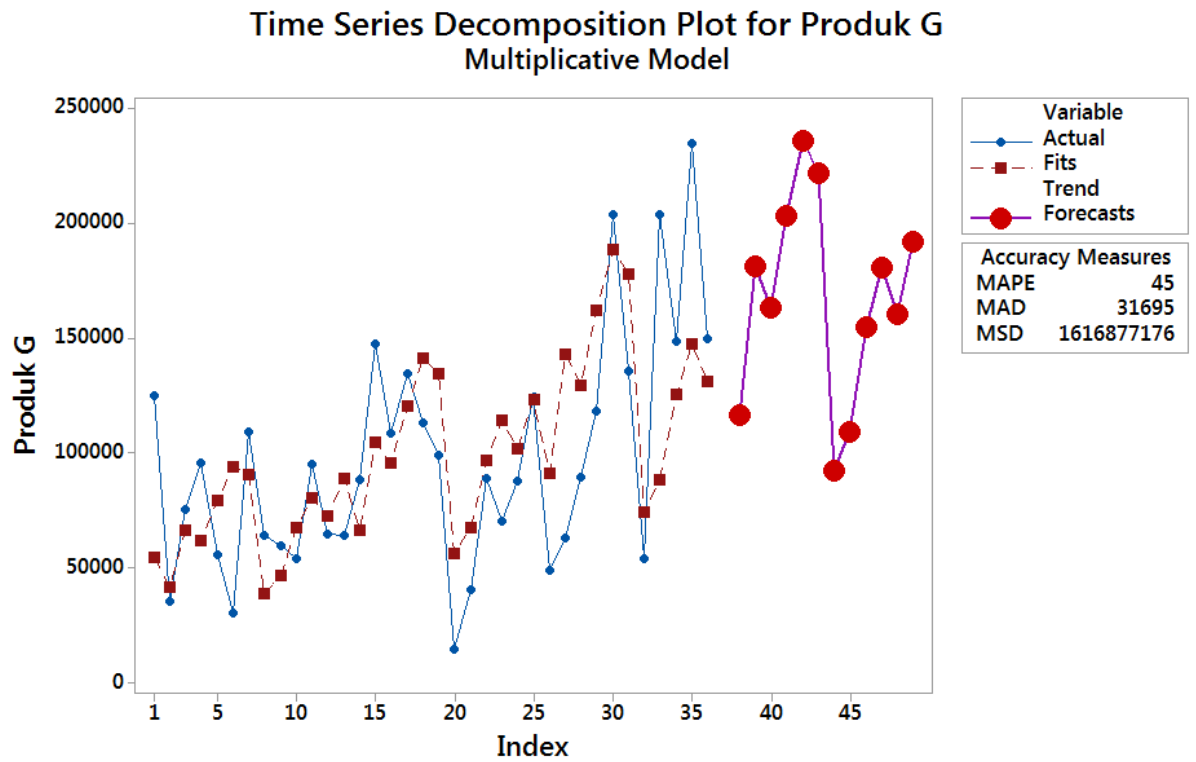
B5. Plot Dekomposisi Berkala Produk E



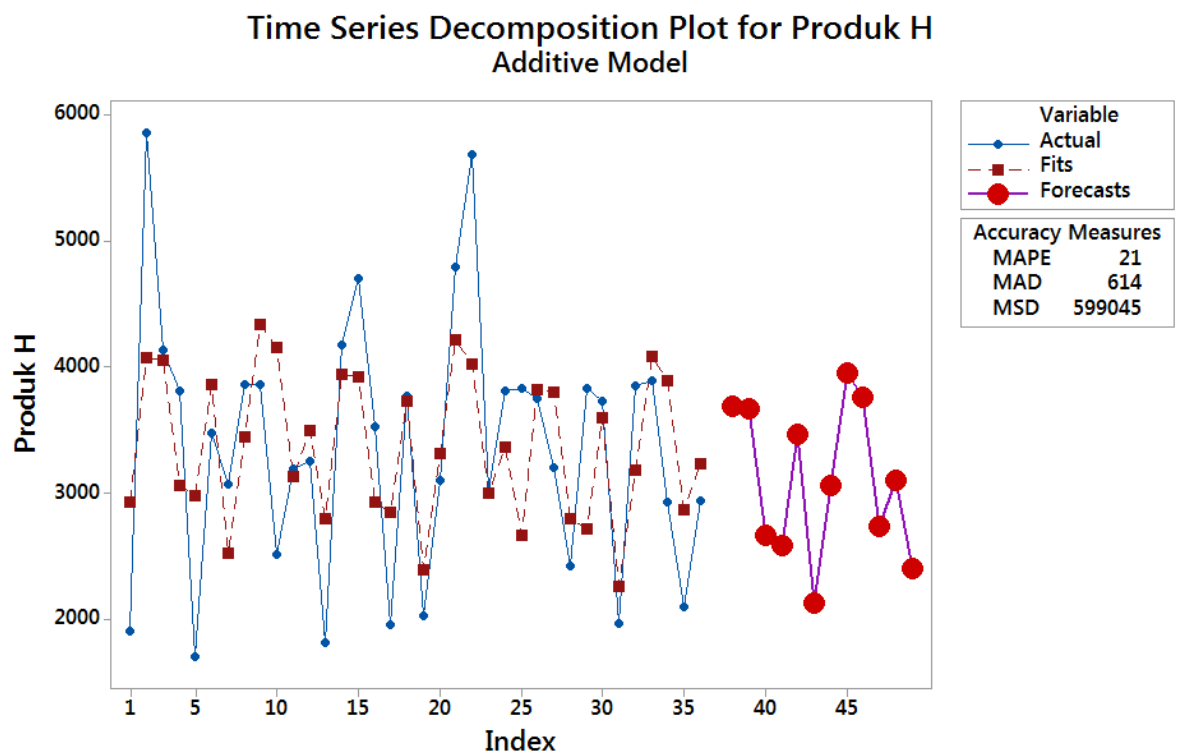
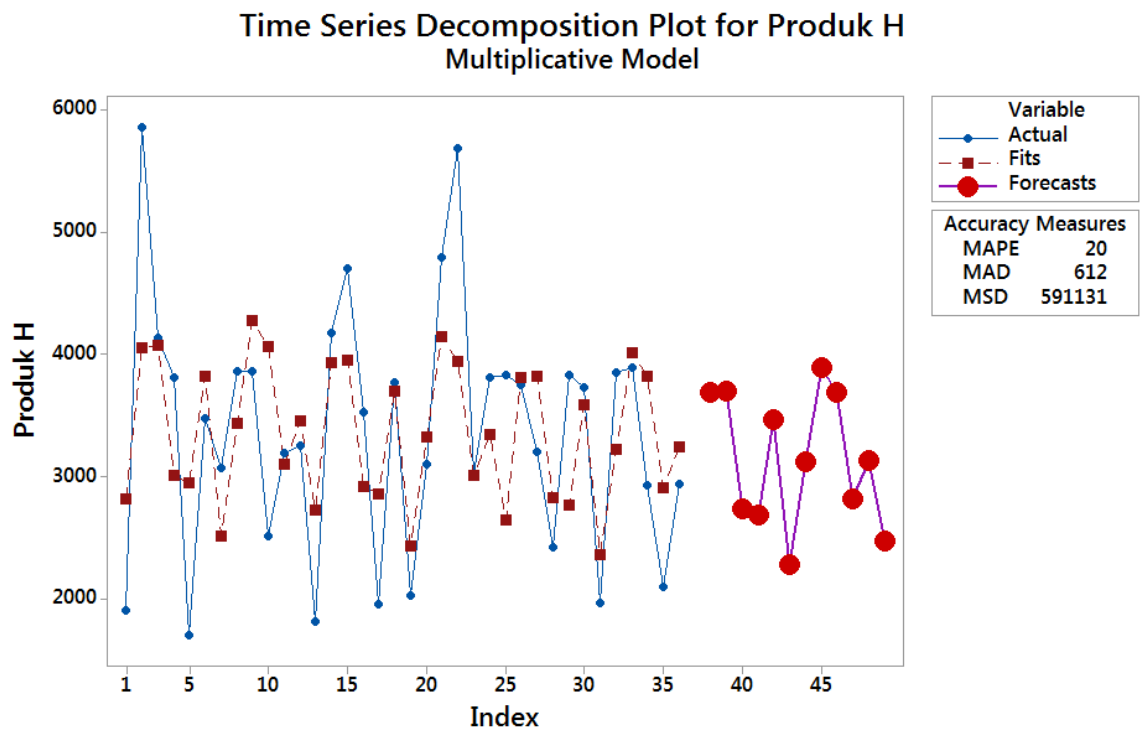
B6. Plot Dekomposisi Berkala Produk F



B7. Plot Dekomposisi Berkala Produk G

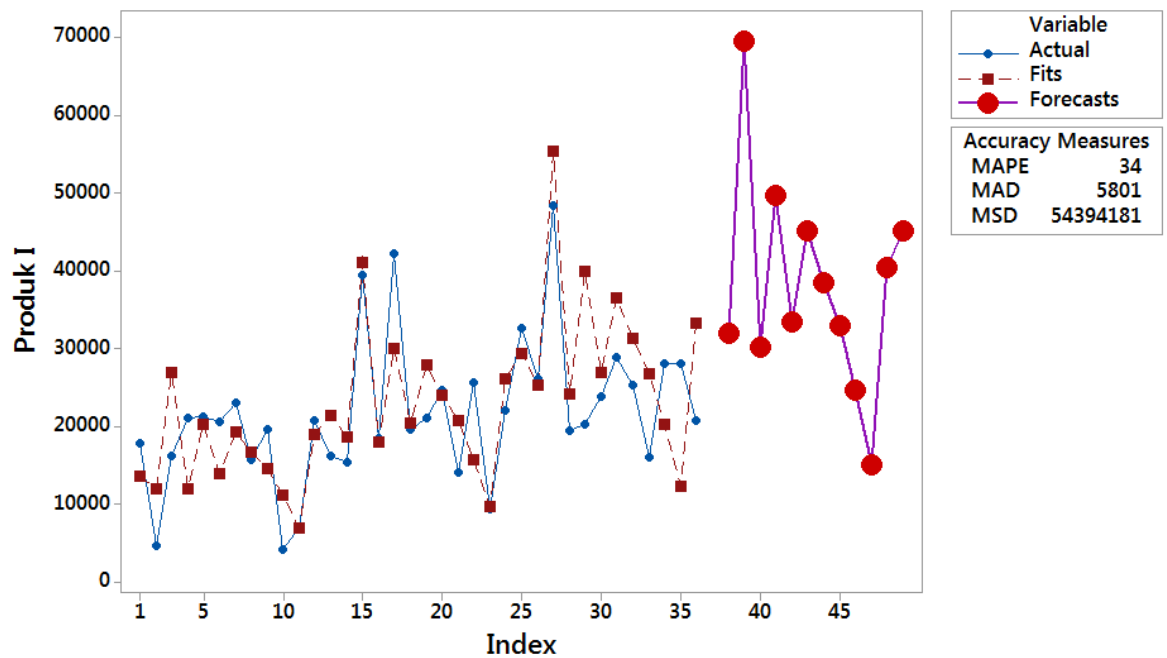


B8. Plot Dekomposisi Berkala Produk H

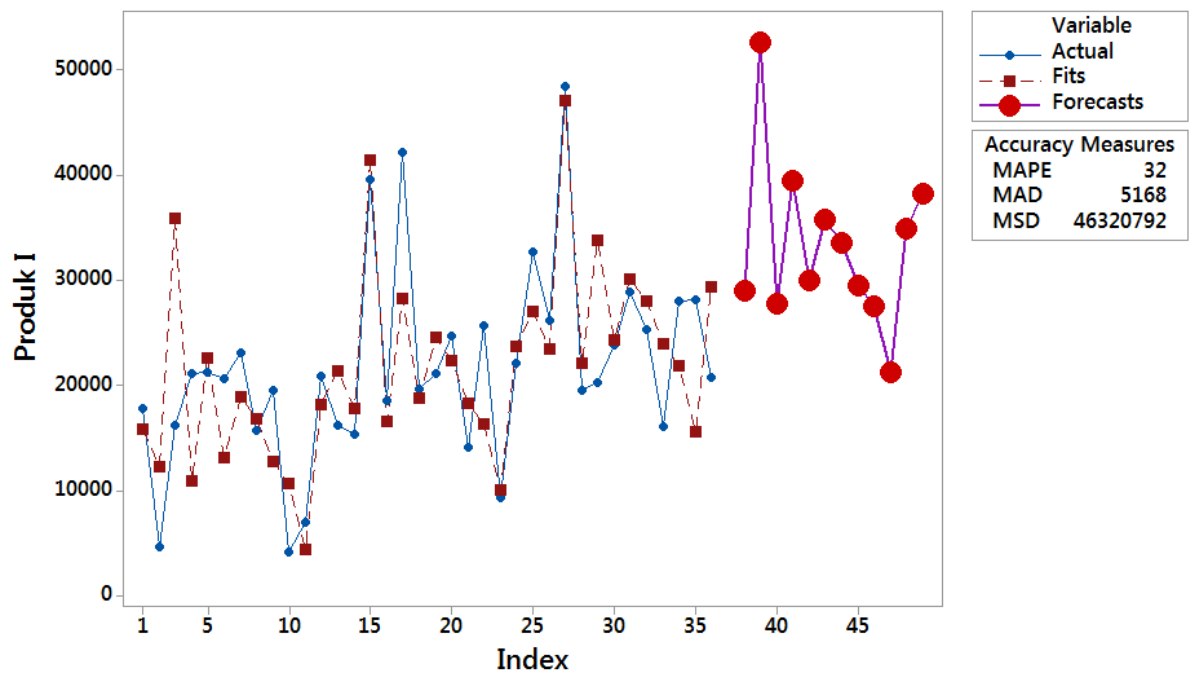


B9. Plot Dekomposisi Berkala Produk I

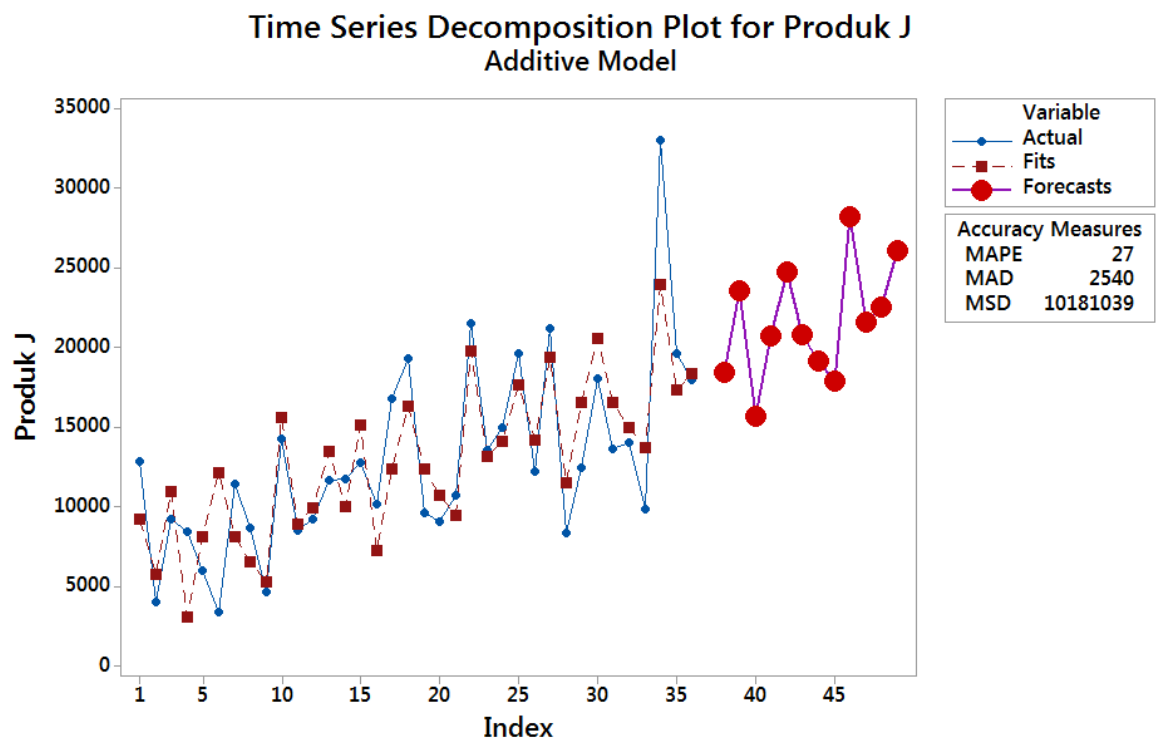
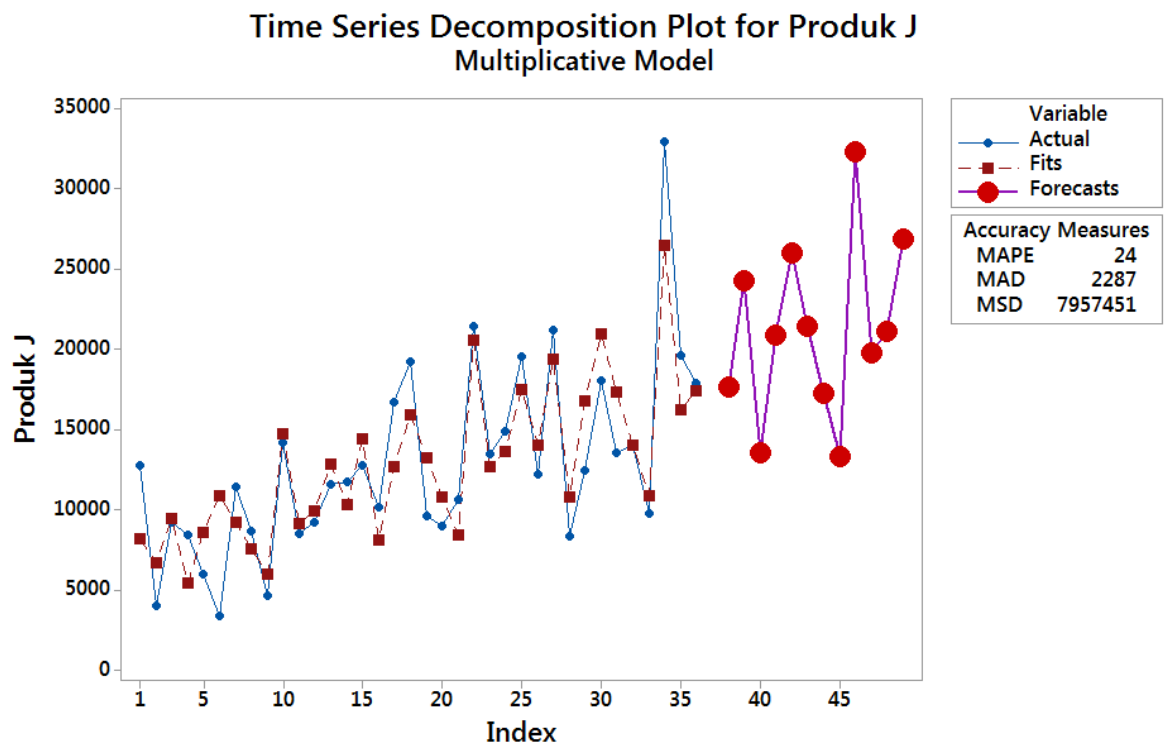
Time Series Decomposition Plot for Produk I
Multiplicative Model



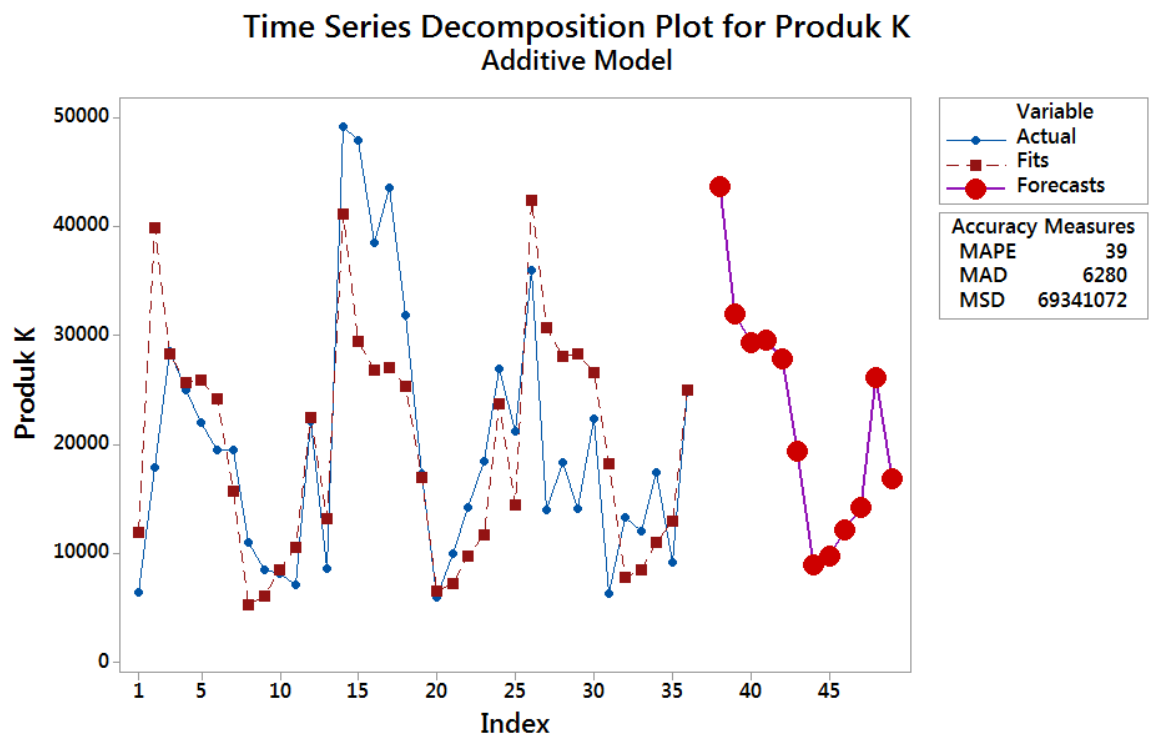
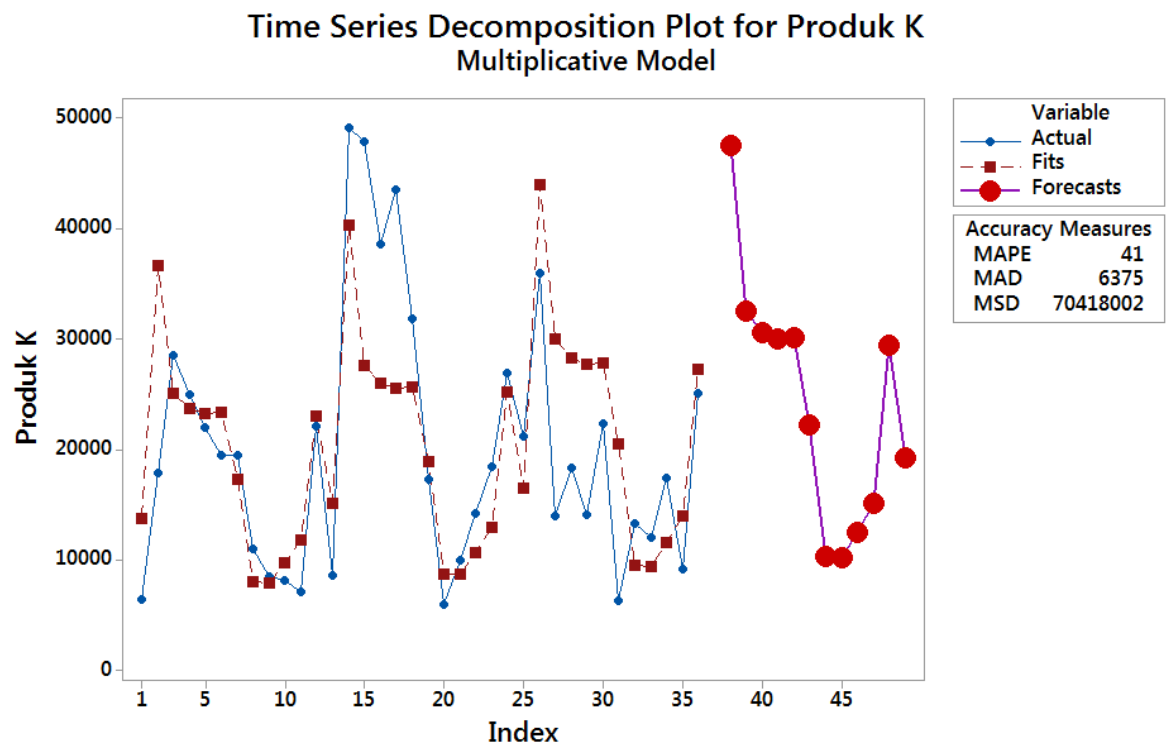
Time Series Decomposition Plot for Produk I
Additive Model



B10. Plot Dekomposisi Berkala Produk J



B11. Plot Dekomposisi Berkala Produk K



“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN C

PENULISAN MODEL MATEMATIS

MODEL:

!Optimasi Perencanaan Produksi minyak Goreng ;

SETS:

Produk /P1 . . P11/ : Harga, BFlush, BB, SETUP;

Mesin /Q1 . . Q6/ : ;

Bulan /R1 .. R12/ : ;

Link1 (Produk, Mesin, Bulan): X,BS,BF;

Link2 (Produk, Bulan): Demand, INVBB, INVPJ, BKPMIN, BKPMAX,
IR, S, O;

Link3 (Produk, Mesin): BSET, BPROD, KECP, KM;

Link4 (Mesin, Bulan):;

ENDSETS

DATA :

Harga =

10693 10396 11818 10755 10438 10777 10357 12555 10376 10647 10455;
!RP PER LITER;

BFlush =

466546 466546 470890 470890 470890 466546 466546 466546 466546
466546 466546; !RP PER sekali flushing;

SETUP = 1 1 1.5 1 1 1 1 2 1 1 1; !DALAM JAM;

KM = 24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24
24 24 24 24 24 24;
!DALAM JAM;

```

KECP =
0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046
0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023
0.00093    0.00093    0.00093    0.00093    0.00093    0.00093
0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046
0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023
0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046
0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023
0.00112    0.00112    0.00112    0.00112    0.00112    0.00112
0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023
0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046    0.00046
0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023    0.00023;

```

```

BPROD =
625  625  625  625  625  625
450  450  450  450  450  450
1064 1064 1064 1064 1064 1064
634  634  634  634  634  634
459  459  459  459  459  459
625  625  625  625  625  625
461  461  461  461  461  461
1195 1195 1195 1195 1195 1195
450  450  450  450  450  450
625  625  625  625  625  625
450  450  450  450  450  450;!RP PER LITER;

```

```

BKPMIN =
1395 1395 1395 1395 1395 1395 1395 1395 1395 1395 1395 1395
1356 1356 1356 1356 1356 1356 1356 1356 1356 1356 1356 1356
1542 1542 1542 1542 1542 1542 1542 1542 1542 1542 1542 1542
1403 1403 1403 1403 1403 1403 1403 1403 1403 1403 1403 1403
1361 1361 1361 1361 1361 1361 1361 1361 1361 1361 1361 1361
1406 1406 1406 1406 1406 1406 1406 1406 1406 1406 1406 1406
1351 1351 1351 1351 1351 1351 1351 1351 1351 1351 1351 1351
1638 1638 1638 1638 1638 1638 1638 1638 1638 1638 1638 1638
1353 1353 1353 1353 1353 1353 1353 1353 1353 1353 1353 1353
1389 1389 1389 1389 1389 1389 1389 1389 1389 1389 1389 1389
1362 1362 1362 1362 1362 1362 1362 1362 1362 1362 1362 1362;!RP
PER LITER/BULAN;

```

```

BKPMAX =
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50
50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50;!RP PER LITER/BULAN;

```

```

INVBB =
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137; !RP PER
LITER/BULAN;

```

```

INVPI =
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137
137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137; !RP PER
LITER/BULAN;

```

```

BSET =
15000 15000 15000 15000 15000 15000
15000 15000 15000 15000 15000 15000
22500 22500 22500 22500 22500 22500
15000 15000 15000 15000 15000 15000
15000 15000 15000 15000 15000 15000
15000 15000 15000 15000 15000 15000
15000 15000 15000 15000 15000 15000
30000 30000 30000 30000 30000 30000
15000 15000 15000 15000 15000 15000
15000 15000 15000 15000 15000 15000
15000 15000 15000 15000 15000 15000; !RP PER SEKALI SET UP;

```

```

Demand =
96383      85713      79566      75867      73579      72139
      71223      70635      70256      70012      69854
      69751
47617      47679      47741      47803      47865      47927
      47989      48051      48113      48175      48237
      48299
26899      24234      15956      10435      10024      14728
      22963      27086      21795      13764      9808
      10950
310661      310790      310918      311046      311174      311303
      311431      311559      311687      311815      311944
      312072
2602733      2493753      2389336      2289291      2193435
      2101593      2013596      1929284      1848502      1771102
      1696944      1625890

```

```

392080      488380      488380      488380      488380      488380
      488380      488380      488380      488380      488380
      488380
1329407      1182241      1132495      1115239      1109197
      1107074      1106328      1106065      1105972      1105940
      1105928      1105924
41154      39783      38837      38185      37735      37425
      37211      37063      36961      36891      36843
      36809
217767      215144      234020      257499      268638      262615
      248054      236953      235493      242094      250468
      254611
186229      202947      216676      227387      235203      240354
      243138      243887      242941      240629      237257
      233099
221448      257475      249382      258971      261673      267156
      271601      276514      281301      286196      291107
      296070; ! DALAM LITER;

```

```

BB = 7776 7776 7848 7848 7848 7776 7776 7776 7776 7776 7776; !RP/L;

```

```

ENDDATA

```

```

!FUNGSI TUJUAN;

```

```

!Zmax = Total Penjualan - Total Biaya;

```

```

MAX=@sum(Link1(P,Q,R):Harga(P)*X(P,Q,R))-
@sum(Link1(P,Q,R):BB(P)*X(P,Q,R) + (BSET(P,Q)*BS(P,Q,R)) +
(BFlush(P)*BF(P,Q,R)) + (BPROD(P,Q)*X(P,Q,R)))-@sum(Link2(P,R):
INVBB(P,R)*IR(P,R) + BKPMIN(P,R)*S(P,R) + BKPMAX(P,R)*O(P,R) +
INVPJ(P,R)*O(P,R));

```

```

!BATASAN KESEIMBANGAN PERSEDIAAN PRODUK JADI;

```

```

@FOR(LINK2(P,R)|R#EQ#1 : @SUM(Mesin(Q): X(P,Q,R)) = (Demand(P,R) +
O(P,R)));

```

```

@FOR(LINK2(P,R)|R#GT#1 : @SUM(Mesin(Q): X(P,Q,R) + O(P,R-1)) =
(Demand(P,R) + O(P,R)));

```

```

!BATASAN KAPASITAS MESIN;

```

```

@FOR(LINK1(P,Q,R): (KECP(P,Q)*X(P,Q,R)) + (SETUP(P)*BS(P,Q,R)) <=
600);

```

```

!BATASAN KELEBIHAN DAN KEKURANGAN PRODUK;

```

```

@FOR(LINK2(P,R): @SUM(Produk(P): O(P,R)) <= (0.1 * Demand(P,R)));

```

```

!KELEBIHAN PRODUK MAKS 10%;

```

```

!@FOR(LINK2(P,R): O(P,R)=0); !TIDAK ADA KELEBIHAN PRODUK;

```

```

@FOR(LINK2(P,R): @SUM(Produk(P): S(P,R)) <= (0.05 * Demand(P,R))); !KEKUR
ANGAN PRODUK MAKS 5%;

```

```

!@FOR(LINK2(P,R): S(P,R)=0); !TIDAK ADA KEKURANGAN PRODUK;

```



```

!BATASAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU;
@FOR (LINK2 (P,R) : @SUM (MESIN (Q) : X (P,Q,R) - (60*BF (P,Q,R)) - IR (P,R))
<= 0) ;

!BATASAN SET UP MESIN;
@FOR (LINK1 (P,Q,R) : X (P,Q,R) - (1000000000000*BS (P,Q,R)) <= 0) ;

!BATASAN FLUSHING JALUR;
@FOR (LINK1 (P,Q,R) : X (P,Q,R) - (1000000000000*BF (P,Q,R)) <= 0) ;

!FUNGSI INTEGER;
    @FOR (LINK1 : @GIN (X)) ;
    @FOR (LINK2 : @GIN (IR)) ;

!FUNGSI BINER;
    @FOR (LINK1 : @BIN (BS)) ;
    @FOR (LINK1 : @BIN (BF)) ;

END

```

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab akhir ini akan diberikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran yang diharapkan bisa digunakan untuk implementasi dan penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan untuk penelitian ini, sebagai berikut:

1. Model optimasi yang dibuat menunjukkan bahwa perusahaan mempunyai potensi keuntungan yang lebih tinggi yaitu sebesar Rp. 173.128.300.000,- atau 87,18% lebih tinggi dari keuntungan tahun sebelumnya.
2. Model optimasi dalam penelitian ini mempunyai sensitivitas terhadap batasan yang ada, antara lain:
 - a. Batasan permintaan
Perubahan keuntungan berbanding lurus dengan perubahan permintaan. Permintaan produk naik 5%, maka keuntungan akan naik sebesar 5,00%.
 - b. Batasan harga bahan baku
Perubahan harga bahan baku memiliki andil yang cukup signifikan terhadap perubahan keuntungan. Kenaikan harga bahan baku yang masih dapat diakomodir yaitu maksimal 27%, lebih dari itu perusahaan mengalami kerugian.
 - c. Batasan biaya produksi
Pengaruh perubahan biaya produksi tidak sebesar pengaruh perubahan kenaikan harga bahan baku terhadap perubahan keuntungan. Biaya produksi naik 20%, keuntungan turun 4,61%.

d. Batasan kelebihan dan kekurangan produk

Penetapan batasan kelebihan produk 10% dan kekurangan produk 5% memberikan perubahan keuntungan tambahan sebesar 0,80% dari keuntungan yang diperoleh dengan batasan kelebihan dan kekurangan produk adalah 0%.

6.2 Saran

Untuk memperoleh model perencanaan produksi yang lebih representative, maka dapat disarankan untuk memperhitungkan jam kerja lembur disamping jam kerja normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, P., (2012), *Optimasi Keuntungan dengan menggunakan Bauran Produk di PT.XX*, Tesis yang tidak dipublikasikan, Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS, Surabaya.
- Amran, (2003), *Prediksi Distribusi Porositas dengan Metode Dekomposisi Ring*. ITB. Bandung.
- Arsyad, L., (2009), *Peramalan Bisnis*, BPFE, Yogyakarta.
- Baroto, T., (2002), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Gaspersz, V., (1991), *Ekonometrika Terapan I*, Tarsido, Bandung.
- Gaspersz, V., (1998), *Production Planning and Inventory Control*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hanke, J.E. dan Reitsch, A.G. (1998), *Business Forecasting: Sixth Edition*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hanke, J.E., Reitsch, A.G. dan Wichern, D.W., (2001), *Business Forecasting: Seventh Edition*, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Heizer, J. dan Render, B., (2001), *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi: Edisi 1*, Salemba Empat, Jakarta.
- Hiller, F.S., dan Lieberman, G.J., (2010), *Introduction to Operation Research: Ninth Edition*, McGraw-Hill, New York.
- Maharani, S., (2016), *Maret, Minyak Goreng Curah Dilarang Beredar*, Tempo Online, diterbitkan 6 Februari 2016.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E., (1999), *Metode dan Aplikasi Peramalan: Edisi Kedua*, Terjemahan Binarupa Aksara, Jakarta.
- Mulyono, M.F., (2012), *Optimasi Perencanaan Produksi Cat di PT. XYZ dengan Metode Mixed Integer Programming*, Tesis yang tidak dipublikasikan, Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS, Surabaya.
- Taylor III, B.W., (2010), *Introduction to Management Science: Tenth Edition*, Prentice Hall, Inc., New Jersey.

- Windarti, T., (2011), *Optimasi Perencanaan Produksi Besi Beton Pada Rolling Mill Dengan Menggunakan Metode Integer Programming Di PT. HJS*, Tesis yang tidak dipublikasikan, Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS, Surabaya.
- Wulandhari, D., (2015), *Perencanaan Produksi Pakan Ternak pada PT.ABC Menggunakan Metode Linear Programming*, Tesis yang tidak dipublikasikan, Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS, Surabaya.
- Zhang, G.P., (2003), *Time Series Forecasting Using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model*, Neurocomputing 50.
- www.thimonnier.com/machine/thd800-food/20/, diakses tanggal 12 Desember 2015)